

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET STROJARSTVA I BRODOGRADNJE

DIPLOMSKI RAD

Dragan Grubišić

Zagreb, 2007.

SADRŽAJ

SAŽETAK.....	3
POPIS SLIKA	4
POPIS TABLICA	5
POPIS DIJAGRAMA	6
1. UVOD	9
2. PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA.....	14
2.1. Nadopuna postojeće baze podataka.....	14
2.2. Regresijska analiza	20
2.3. Usporedba regresijskih jednadžbi	24
2.4. Zaključak regresijske analize	28
3. PRELIMINARNO OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET BEZ DVOBOKA.....	29
3.1. Preliminarno određivanje glavnih izmjera	29
3.2. Proračun mase i položaja težišta po visini praznog opremljenog broda	30
3.3. Usporedba s prethodno osnovanim brodom.....	33
4. OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET S DVOBOKOM.....	34
4.1. Određivanje glavnih značajki.....	34
4.2. Analiza projekta	35
4.2.1. Definiranje forme i proračun hidrostatskih vrijednosti	35
4.2.2. Proračun potrebne snage pogonskog stroja.....	41
4.2.3. Korekcija mase praznog opremljenog broda i kontrola istisnine	45
4.2.4. Kontrola volumena skladišta tereta i balastnih tankova.....	46
4.2.5. Kontrola trima i stabiliteta.....	53
4.2.6. Provjera čvrstoće	68
4.3. Tehnički opis	77
5. ANALIZA UTJECAJA ŠIRINE DVOBOKA BRODA ZA RASUTI TERET NA VOLUMEN SKLADIŠNOG PROSTORA I MASU TRUPA BRODA	80
5.1. Osnovna ideja.....	80
5.2. Gubitak volumena skladišta	82
5.3. Odabir karakterističnih poprečnih presjeka za određivanje mase i kontrolu čvrstoće presjeka na glavnom rebru	85
5.4. Modeliranje konstrukcije i provjera čvrstoće presjeka na glavnom rebru	88
5.5. Povećanje mase broda s dvobokom	152
5.6. Analiza rezultata.....	156
6. TROŠAK I DOBIT BRODOVA S DVOBOKOM.....	157

6.1. Osvrt na analizu nesreća i gubitke brodova za rasuti teret (prema IC FSA studiji)...	157
6.2. Specifičnosti DS konstrukcije broda	157
6.3. Analiza troška i dobiti	158
7. ZAKLJUČAK	161
Literatura	163
Prilozi	164

SAŽETAK

Nadopuna postojeće baze podataka o brodovima za rasuti teret novim brodovima izgrađenim u periodu 2003. ÷ 2005. godine, kao i provjera postojećih zavisnosti glavnih značajki metodom regresijske analize pokazala je kako novogradnje slijede uhodane trendove gradnje tog tipa broda, a regresijske izraze moguće koristiti u postupku ranog osnivanja broda za rasuti teret.

Osnivanje dva broda za rasuti teret, istovjetnih glavnih značajki i forme, ali različitih izvedbi boka – s jednostrukom odnosno dvostrukom oplatom, pokazuje razlike u volumenu teretnog i balastnog prostora odnosno promjene u masama praznog opremljenog broda.

Analizom utjecaja širine dvoboka broda za rasuti teret željelo se istražiti njezin utjecaj na smanjenje volumena skladišnog prostora, povećanje mase praznog opremljenog broda kao i odabir optimalne širine s obzirom na zadane kriterije korištenja broda.

POPIS SLIKA

Slika 1. Poprečni presjek broda za rasuti teret 40 000 DWT	10
Slika 2. Poprečni presjek broda za rasuti teret	11
Slika 3. Konstrukcija broda za rasuti teret s jednostrukom oplatom.....	11
Slika 5. Presjek broda na glavnom rebru.....	48
Slika 6. Skica poprečnog presjeka skladišta SS i DS broda.....	51
Slika 7. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra broda s dvobokom	70
Slika 8. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra broda s dvobokom.....	71
Slika 9. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra	72
Slika 10. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru	74
Slika 11. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru.....	75
Slika 12. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebra.....	76
Slika 13. Skica poprečnog presjeka broda na glavnom rebru	81
Slika 14. Kontrolna skica, primjer 1.	82
Slika 15. Kontrolna skica, primjer 2.	83
Slika 16. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0	89
Slika 17. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0.....	90
Slika 18. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0.....	91
Slika 19. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0.....	92
Slika 20. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.0	93
Slika 21. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.0.....	94
Slika 22. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.0.....	95
Slika 23. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-45.....	96
Slika 24. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-45	97
Slika 25. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-45	98
Slika 26. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-45	99
Slika 27. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.0-3-45	100
Slika 28. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.0-3-45	101
Slika 29. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.0-3-45	102

Slika 30. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-60.....	103
Slika 31. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-60	104
Slika 32. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-60	105
Slika 33. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-60	106
Slika 34. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.0-3-60	107
Slika 35. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.0-3-60	108
Slika 36. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebu, tip konstrukcije DS 1.0-3-60	109
Slika 37. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2	110
Slika 38. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2.....	111
Slika 39. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2.....	112
Slika 40. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2.....	113
Slika 41. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.2	114
Slika 42. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.2.....	115
Slika 43. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebu, tip konstrukcije DS 1.2.....	116
Slika 44. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-45.....	117
Slika 45. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-45	118
Slika 46. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-45	119
Slika 47. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-45	120
Slika 48. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.2-3-45	121
Slika 49. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.2-3-45	122
Slika 50. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebu, tip konstrukcije DS 1.2-3-45	123
Slika 51. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-60.....	124
Slika 52. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-60	125
Slika 53. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-60	126
Slika 54. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-60	127
Slika 55. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.2-3-60	128
Slika 56. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebu, tip konstrukcije DS 1.2-3-60	129

Slika 57. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.2-3-60	130
Slika 58. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4	131
Slika 59. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4.....	132
Slika 60. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4.....	133
Slika 61. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4.....	134
Slika 62. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4	135
Slika 63. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4.....	136
Slika 64. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.4.....	137
Slika 65. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-45.....	138
Slika 66. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-45	139
Slika 67. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-45	140
Slika 68. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-45	141
Slika 69. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-45	142
Slika 70. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-45	143
Slika 71. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-45	144
Slika 72. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-60.....	145
Slika 73. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-60	146
Slika 74. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-60	147
Slika 75. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-60	148
Slika 76. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-60	149
Slika 77. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-60	150
Slika 78. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-60	151

POPIS TABLICA

Tablica 1. Podaci o brodovima za rasuti teret	17
Tablica 2. Regresijske jednažbe i koeficijenti korelacije za Bulk Carriere	25
Tablica 3. Usporedba vrijednosti glavnih značajki osnovanih brodova.....	33
Tablica 4. Očitavanja poluširina rebara po vodnim linijama [m]	37
Tablica 5. Volumeni skladišta tereta	48
Tablica 6. Volumeni tankova balasta	49
Tablica 7. Volumeni dvoboka	49
Tablica 8. Usporedba volumena prostora DS broda	50
Tablica 9. Usporedba volumena skladišnog prostora br.4 SS i DS broda za rasuti teret istovjetnih značajki i forme	51
Tablica 10. Usporedba masa praznog opremljenog SS i DS broda za rasuti teret istovjetnih značajki i forme trupa.....	52
Tablica 11. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha	56
Tablica 12. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha	58
Tablica 13. Centracija broda u balastu i 100% zaliha	60
Tablica 14. Centracija broda u balastu i 10% zaliha	62
Tablica 15. Centracija broda homogeno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha.....	64
Tablica 16. Centracija broda alternativno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha.....	66
Tablica 17. Promjenjive veličine poprečnog presjeka za proračun mase i kontrolu čvrstoće presjeka na glavnom rebu	87
Tablica 18. Izračunate mase broda za odabrane varijante izvedbe dvoboka	152
Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret	167

POPIS DIJAGRAMA

Dijagram 1. Omjer volumena balasta $V_{BALLAST}$ i volumena trupa.....	22
Dijagram 2. Zavisnost omjera $(V_{BALLAST} \cdot \rho) / DWT_S$ o nosivosti na maksimalnom gasu DWT_S	22
Dijagram 3. Omjer volumena balastnih tankova i volumena ukupnog balasta $V_{BALLAST}$ u odnosu na nosivost na maksimalnom gasu DWT_S	23
Dijagram 4. Dijagramni list.....	40
Dijagram 5. Prognozni dijagram	43
Dijagram 6. S - krivulje.....	55
Dijagram 7. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha	57
Dijagram 8. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha	59
Dijagram 9. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 100% zaliha	61
Dijagram 10. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 10% zaliha.....	63
Dijagram 11. Poluga stabiliteta za brod homogeno nakrcanim teškim teretom i 100% zaliha.....	65
Dijagram 12. Poluga stabiliteta za brod alternativno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha.....	67
Dijagram 13. Gubitak volumena skladišta broda s dvobokom (prikazan kao gubitak volumena skladišta referentnog SS broda) u ovisnosti o širini dvoboka i širini uzvojnog tanka	84
Dijagram 14. Odabir promjenjivih veličina poprečnog presjeka za proračun mase i kontrolu čvrstoće presjeka na glavnom rebru	86
Dijagram 15. Relativno povećanje mase trupa i smanjenje volumena skladišta DS broda u odnosu na SS brod.....	153
Dijagram 16. Povećanje mase trupa i smanjenje volumena skladišta DS broda u odnosu na SS brod – apsolutni iznosi.....	154
Dijagram 17. Smanjenje nosivosti DS broda u odnosu na SS brod – apsolutni iznosi.....	155

1. UVOD

Brod za rasuti teret (Bulk Carrier) jednopalubni je brod za prijevoz različitog tereta rasutog u skladištima. Teretni je prostor podjeljen na skladišta prikladne veličine prema vrsti tereta, strukturnim zahtjevima, nepotonjivosti broda, itd. Pretovar tereta izvodi se grabilicama, pokretnim trakama, pumpama ili puhalima. Glavni rasuti tereti su ruda, ugljen, žito, boksit i šećer, a manje su zastupljena mineralna gnojiva, cement, šljunak, minerali i pijesak.

Brod za rasuti teret za duga putovanja najčešće je kombinirani brod, s jednim glavnim teretom i drugim teretom u povratnoj plovidbi (ruda i žito). Brod mora imati dovoljan kapacitet balastnih tankova za slučaj povratne plovidbe bez tereta. Tada se morska voda upušta u dvodno, bočne potpalubne tankove, tankove na pramcu i krmi, i u jedno ili dva srednja skladišta kako bi postigao dovoljan gaz za sigurnu plovidbu. Poprečne, nepropusne pregrade pojačane su da bi izdržale tlak tekućine.

Uobičajena nosivost modernog broda za rasuti teret je 30 000 do 150 000 t. Obično ima 5, 7 ili 9 skladišta, sukladno veličini broda.

Osnovne grupe brodova za rasuti teret:

- Small < 10,000 dwt
 - Handysize 10,000 ÷ 35,000 dwt
 - Handymax 35,000 ÷ 55,000 dwt
 - Panamax 60,000 ÷ 80,000 dwt
 - Capesize 80,000 ÷ 200,000 dwt
 - VLBC > 200,000 dwt
- (VLBC = Very Large Bulk Carrier)

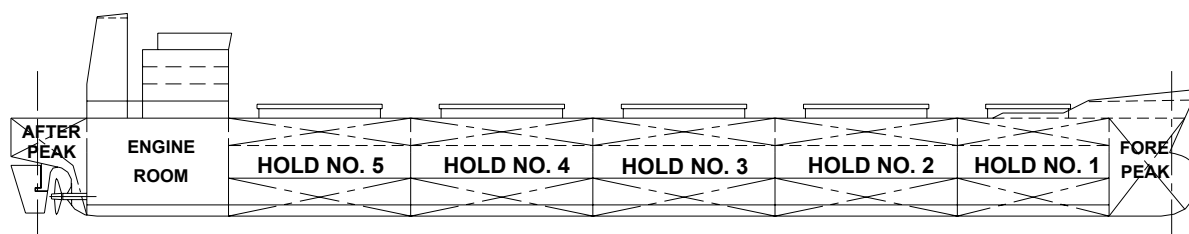
Pri krcanju teškog tereta skladišta s parnim brojem ostavljaju se prazna radi podizanja težišta te izbjegavanja prevelike metacentarske visine i pretvrdog stabiliteta (kada je perioda ljujljana broda kraća od 10 s). Posljedice su takvog krcanja veće opterećenje dvodna u neparnim skladištima, veće smične sile u ravnini pregrada i veća strukturna naprezanja.

Radi lakšeg krcanja, iskrcavanja, čišćenja i održavanja grade se brodovi s unutrašnjom oplatom, dvobokom, tako da su stijenke skladišta glatke. Ukrepe se nalaze u dvoboku i unutar dvoplošne poprečne pregrade. Dvodno se dimenzionira prema specifičnom opterećenju, koje kod teških tereta može iznositi i 30 t/m^2 , te prema opterećenju pri iskrcanju grabilicama i buldožerima. Uzvojna je ploča dvodna obično izdignuta pod kutom 45° radi lakšeg čišćenja. Bočni potpalubni tankovi služe za vodeni balast i kao skladišta za lagane sorte žitarica. Donja kosa ploha tih tankova nagnuta je oko 30° prema horizontali, što odgovara prirodnom kutu pokosa većine žitarica.

Većina brodova za rasuti teret, osobito oni veći, nemaju vlastite pretovarne uređaje, već ovise o lučkim pretovarnim uređajima. Na manjim brodovima (do cca 50 000 dwt) prevladavaju dizalice nosivosti $23 \div 35$ t ili pokretne trake.

Radi bolje iskorištenosti, neki brodovi su pripremljeni za prijevoz kontejnera u povratnom putovanju. Oni imaju obično veće grotlene otvore, u skladu s veličinom kontejnera. Kod pojedinih se brodova posve podudaraju širine grotla i skladišta (uzdužna grotlena pražnica u istoj je ravni s unutrašnjom oplatom tj, bočnom stijenkom skladišta). Takvi su brodovi vrlo fleksibilni i prikladni za prijevoz raznovrsnih tereta (ruda, kontejnera, suhog sipkog tereta, drva, cijevi pa čak i teškog komadnog tereta. [1]

Glavni prostori broda za prijevoz rasutog tereta



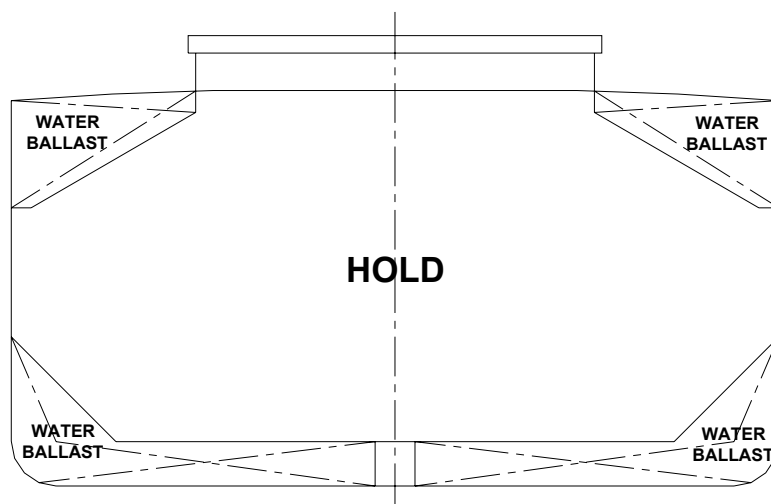
Slika 1. Poprečni presjek broda za rasuti teret 40 000 DWT

U pramčanom dijelu broda smješten je pramčani pik koji služi kao balastni tank. Prostor pramčanog pika je odijeljen od skladišnog prostora sudarnom pregradom čiju udaljenost od pramčane okomice propisuje registar.

U središnjem dijelu broda nalaze se skladišta tereta koja čine najveći dio brodskog volumena. Skladišta su međusobno odvojena nepropusnim pregradama.

U krmenom dijelu nalaze se strojarnica i krmeni pik, međusobno odvojeni krmenom nepropusnom pregradom. Kao i pramčani, krmeni pik služi za krcanje balasta.

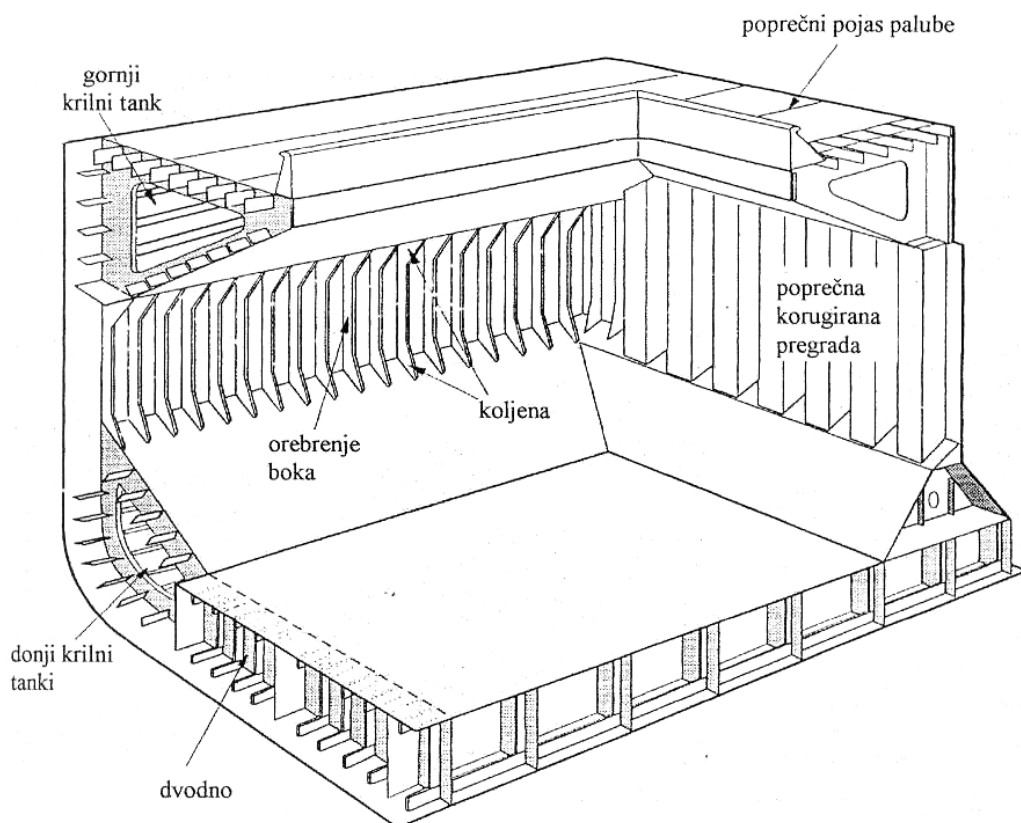
Preko cijele dužine broda (od krmene do pramčane pregrade) proteže se dvodno koje, u području ispod skladišta, služi kao balastni prostor.



Slika 2. Poprečni presjek broda za rasuti teret

Kao što se vidi iz slike 2, dvodno se na bokovima nastavlja na uzvojne tankove. Karakteristični elementi prostora broda za rasuti teret su bočni potpalubni tankovi koji imaju dvojaku ulogu. S jedne strane, njihov prostor se koristi za krcanje balasta, a s druge strane služe za smanjenje utjecaja slobodnih površina.

Sustav koji se primjenjuje kod gradnje Bulk Carrier je mješoviti sustav. Osnovna karakteristika tog sustava je uzdužno orebrenje palube i dna, te poprečno orebrenje bokova.



Slika 3. Konstrukcija broda za rasuti teret s jednostrukom oplatom

Sigurnost brodova za rasuti teret

U proteklih 15 godina potonula su 153 broda za rasuti teret pri čemu je više od 700 pomoraca izgubilo živote, uz potopljene milijune tona rudače i drugih dobara. Većina havarija dogodila se kod transporta tereta velike gustoće pri naizmjeničnom stanju krcanja skladišta i uvjetima nevremena. Najčešći uzroci bili su prodor vode kroz neispravne poklopce grotla skladišta br.1, sudar usljed kojeg kolabirira pramčana nepropusna pregrada, popuštanje i prodor bočne oplata zbog korozije i/ili odvajanja rebara od oplata, što dovodi do progresivnog naplavljivanja skladišta br. 1, popuštanja poprečne pregrade između skladišta br. 1 i 2, slijedi naplavljivanje skladišta br.2 koje rezultira potonućem broda.

Veliki gubici ljudskih života i brodova potaknuli su klasifikacijska društva udružena u međunarodnu udrugu klasifikacijskih društava (engl. International Association of Classification Societies – IACS) na intenzivnija istraživanja i udružene napore u nastojanju povećanja sigurnosti budućeg broda za rasuti teret.

Prihvaćene su regulative koje bi trebale povećati sigurnost brodova:

Novi brodovi

- Povećati čvrstoću pregrada i dvostrukog dna kako bi izdržali uvjete naplavljivanja skladišta.
- Unaprijediti prekrcaj tereta; brz ukrcaj tereta konvejerima velikog kapaciteta pretovara (i do 7000 t/h) koji nije uravnotežen adekvatnim ispumpavanjem balasta, dovodi do velikih lokalnih naprezanja brodske konstrukcije i pretovara brodova, upotreba grabilica za rasuti teret velikog kapaciteta (do 36 tona u jednom zahvatu), korištenje buldožera i hidrauličkih čekića kod iskrcaja neminovno dovodi do oštećenja konstrukcije.

Postojeći brodovi

- Pregrada između skladišta br. 1 i 2 i dvodno skladišta br. 1 moraju se adekvatno pričvrstiti kako bi izdržali naplavljivanje u skladište br. 1, ukoliko ukrcajne restrikcije ne postoje.
- Restrikcije na prijevoz tereta: postojeći brodovi za rasuti teret koji udovoljavaju novim konstrukcijskim zahtjevima putem restrikcija tokom ukrcaja, moraju se označiti krutim istostraničnim trokutom na srednjem dijelu trupa broda ispod linije palube.
- Postavljanje opreme za ukrcaj kako bi se moglo kontrolirati naprezanja tijekom ukrcaja i iskrcaja.
- Pojačani program pregleda sa svrhom detektiranja korozije i oštećenja konstrukcije kao i pregled postojećih kriterija za rebara oplata na boku i kriteriji čvrstoće za poklopce grotala zbog određivanja njihove čvrstoće pri ekstremnim uvjetima.

U drugom poglavlju prikupljeni su noviji podaci o izgrađenim brodovima za rasuti teret, dopunjena postojeća baza podataka i analizirana metodom regresije. Cilj je usporediti regresijske izraze međusobnih zavisnosti glavnih značajki, posebno one koje daju zavisnost volumena skladišta tereta i balastnih tankova o glavnim značajkama broda kao što su duljina, širina, visina, gaz, nosivost i istisnina.

Budući projektiranje broda temeljem regresijskih jednadžbi predstavlja alternativu postojećim metodama osnivanja broda, u trećem poglavlju provjerena je primjenjivost novih regresijskih izraza preliminarnim osnivanjem broda za rasuti teret i usporedbom s brodom osnovanim regresijskim izrazima temeljenim na postojećoj bazi podataka o brodovima za rasuti teret (referentni brod).

U četvrtom poglavlju osnovan je brod za rasuti teret s dvobokom temeljem novih regresijskih izraza i uspoređen s referentnim brodom jednostruke oplate iste nosivosti i brzine. Utvrđene su razlike u volumenima prostora i masi praznog opremljenog broda.

U petom poglavlju analiziran je utjecaj širine dvoboka broda za rasuti teret na volumen skladišnog prostora i masu trupa broda.

U šestom poglavlju dan je kratak pregled dodatnih troškova ali i moguće dobiti DS broda u odnosu na SS brod za rasuti teret.

2. PRIKUPLJANJE I ANALIZA PODATAKA

2.1. Nadopuna postojeće baze podataka

Za regresijsku analizu potrebno je prikupiti dovoljno pouzdanih tehničkih podataka o izgrađenim brodovima za prijevoz rasutog tereta. Podaci su prikupljeni pretraživanjem stručnih časopisa, godišnjaka i internet stranica.

Postojeća baza podataka formirana je početkom 2003. godine u radu [2], gdje su prikupljeni podaci o izgrađenim brodovima u razdoblju od 1990. do 2002. godine. Za to razdoblje prikupljeni su podaci za 153 broda, od čega 122 Bulk Carrier, 21 Bulk/Ore Carrier i 10 Ore Carrier.

U ovom radu baza podataka o izgrađenim brodovima za rasuti teret dopunjena je objavljenim podacima za razdoblje od 2003. do 2005. godine. Prikupljeno je 36 brodova od čega je 11 imalo dostatne podatke za uvrštenje u bazu podataka. Tih 11 brodova predstavlja 121 izgrađen brod, budući su isti građeni u serijama od 2 do 20 brodova. [12], [13] i [14].

121 izgrađen brod čini 19,3 % od ukupnog broja izgrađenih (627 brodova) u vremenskom razdoblju 2003. ÷ 2005.

Pet brodova s dvobokom (koji predstavljaju 50 izgrađenih brodova u tri godine) čine 3% od ukupnog broja brodova u bazi podataka (164 broda).

Osim objavljenih podataka u tablice su uvrštene i značajke broda koje nisu bile objavljene a moguće ih je pomoću objavljenih podataka izračunati. To su podaci o istisnini, koeficijentu istisnine i masi praznog opremljenog broda. Uvršteni su izračunati ukupni volumen trupa, koeficijent punoće trupa, različiti geometrijski odnosi, Froudeov broj, konstanta admiraliteta i stupanj korisnosti nosivosti.

Dostupni su uglavnom podaci o izmjerenom (scantling) gasu, nosivosti i istisnini, pa je koeficijent istisnine izračunat na osnovu izmjerenog (maksimalnog) gaza i istisnine.

Važni podaci su kapacitet skladišta tereta, tankova balasta i tankova goriva, koji su objavljeni za pretežiti broj brodova, pa regresijsku analizu možemo smatrati valjanom.

Podaci u tablici organizirani su u dva dijela. U prvom se nalaze opći podaci o tipu broda, brodogradilištu, klasi, godini gradnje, geometrijskim karakteristikama i tonaži. U drugom dijelu prikazani su kapaciteti skladišta i tankova te karakteristike i tip glavnog pogonskog stroja.

Brodovi su sortirani po nosivosti od najmanjeg do najvećeg te grupirani prema tipu kao Bulk Carrier, Bulk/Ore Carrier ili Ore Carrier.

Napomena:

U tablici 1. dani su podaci o brodovima za vremensko razdoblje 2003. ÷ 2005. godina.

U Prilogu je dana tablica 19. s podacima za razdoblje 1990. ÷ 2002. nadopunjena podacima iz razdoblja 2003. ÷ 2005. godina.

Veličine iz tablice br. 1 opisane su brojem stupca, nazivom, simbolom i dimenzijom:

1. redni broj
2. ime broda
3. brodogradilište u kojem je brod izgrađen
4. klasifikacijsko društvo i klasa broda
5. tip broda
6. godina gradnje
7. duljina broda preko svega L_{oa} , m
8. duljina broda između okomica L_{pp} , m
9. širina broda B , m
10. visina broda do glavne palube H , m
11. projektni gaz T_D , m
12. maksimalni gaz T_S , m
13. ukupna nosivost na projektnom gazu DWT_D , t
14. ukupna nosivost na maksimalnom gazu DWT_S , t
15. masa pravnog opremljenog broda LW , t
16. istisnina broda na projektnom gazu Δ_D , t
17. istisnina broda na maksimalnom gazu Δ_S , t
18. bruto registarska tonaža GT
19. neto registarska tonaža NT
20. volumen skladišta tereta V_{HOLD} , m³
21. volumen balastnih tankova $V_{BALLAST}$, m³
22. volumen tankova teškog goriva V_{HFO} , m³
23. volumen tankova diesel goriva V_{DO} , m³
24. volumen trupa broda V_{HULL} , m³
25. brzina broda u službi v , kn
26. pogonski uvjeti za postizanje brzine
27. snaga pogonskog stroja za brzinu u službi P_B , kW
28. maksimalna snaga pogonskog stroja P_{MAX} , kW
29. tip glavnog pogonskog stroja
30. broj okretaja za postizanje brzine u službi N , o/min
31. broj okretaja pri maksimalnoj snazi stroja N_{MAX} , o/min
32. Froude-ov broj F_n
33. koeficijent istisnine C_B
34. koeficijent punoće brodskog trupa do palube C_{BD}
35. konstanta snage C_{okr}
36. omjer duljine broda između okomica i širine broda L_{pp}/B
37. omjer duljine broda između okomica i maksimalnog gaza L_{pp}/T_S
38. omjer širine broda i maksimalnog gaza B/T_S

- 39. omjer visine broda i maksimalnog gaza H/T_S
- 40. stupanj korisnosti nosivosti η_{DWT}

Napomena:

- * veličine u stupcu 17 (osjenčane) izračunate su pomoću izraza (1)
- ** veličine u stupcu 33 (osjenčane) izračunate su pomoću izraza (2)

Tablica 1. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
18	CLIPPER HARVEST	The Hakodate Dock Co LTD, Japan	ABS, +A1 (E), Bulk Carrier, SHR, ESP, +AMS	Handy size Bulk Carrier	2004	176.85	168.00	29.40	13.50	9.54	9.55	32067	32083	7707		39790.3	19730	
19	IVS VISCOUNT	Xingang Shipyard China	ABS, +1A(E) Bulk Carrier, + AMS, +ACCU	Handy size Bulk Carrier	2003	179.28	172.00	28.00	15.20	10.20	10.65	32687	34676	9058	41745	43734	22072	
41	PRABHU GOPAL	Mitsui Eng. & SB Co., Ltd., Tamano	LR +100A1	Handymax Bulk Carrier	2003	189.99	182.00	32.26	17.90		11.20		48400	8550		56950	31500	
49	AZZURA	IHI Narine United Inc Japan	NK, NS Bulk Carrier, PS, MNS, MO	Handymax Bulk Carrier	2004	189.96	181.00	32.20	17.30	10.70	12.29		52050	8912		60902	29407	
58	SPAR LYRA	Chengxi Shipyard China	DNV, +1A1 Bulk Carrier, ESP, NAUTICUS, BC-A, GRAIN-U, HA(+), DK(+), iB(+), EO, TMON	Handymax Bulk Carrier	2004	190.00	183.05	32.26	17.50	11.10	12.60	44800	53000	11600		65000	31000	
61	BIG GLORY	Kawasaki Shipbuilding Corp, Japan	BV, 1 + Hull, + Mach, Bulk Carrier ESP, + AUT-UMS	Handymax Bulk Carrier	2005	189.90	185.00	32.26	17.80	11.10	12.50	47965	55809	7218		63026.6	30777	
77	PROTEFS	Jiagnan Shipyard Co LTD, China	LR, +100A 1, Bulk Carrier, ESN, LI, ESP, UMS, SCM	Panamax Bulk Carrier	2004	225.00	217.00	32.20	19.20	12.50	14.05	63395	73630	12405		86035	40230	
103	TAI PROGRESS	China Shipbuilding Corp Taiwan	ABS, +1A(E) Bulk Carrier, SH, SHCM, + AMS, +ACCU, HCS, ESP, LCM	Panamax Bulk Carrier	2003	225.00	217.00	32.26	19.50	12.20	14.10	64000	77834	10532		88366	41400	
123	ANANGEL INNOVATION	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co Ltd, Korea	ABS, +A1(E), Bulk Carrier, ESP, BC-AC, SH, SHCM, +AMS, +ACCU, UWILD	Capesize Bulk Carrier	2004	289.00	279.00	45.00	24.30	16.50	17.90	155200	171900	24738		196638	88000	
130	TEH MAY	Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co Ltd, China	ABS, +A1(E), Bulk Carrier, ESP, SH, SHCM, +ACCU, UWILD, HCS	Capesize Bulk Carrier	2004	288.92	279.00	45.00	24.50	16.50	18.10	156088	175085	22766	178855	197852	88955	58078
131	CHIN SHAN	China Shipbuilding Corp Taiwan	ABS, +A1 E, Bulk Carrier, ESP, SH, SHCM, HCS, +AMS, +ACCU, UWILD	Capesize Bulk Carrier	2004	289.00	281.50	45.00	24.10	16.50	17.78	159887	175569	20545		196114	91166	

Tablica 1. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V_{HOLD} [m ³]	$V_{BALLAST}$ [m ³]	V_{HFO} [m ³]	V_{DO} [m ³]	V_{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P_B [kW]	P_{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N_{MAX} [min ⁻¹]	F_n	C_B	C_{BD}	C_{ADM}	L_{pp} / B	L_{pp} / H	B / T_S	H / T_S	η_{DWT}
18	CLIPPER HARVEST	42209	11338	1417	102.7	56858.5	14	S 85%	5627	6620	Mitsubishi Heavy Industries 6UEC52LA		130	0.177	0.823	0.853	568	5.71	12.44	3.08	1.41	0.806
19	IVS VISCOUNT	44020	11800	1700	117	62689.4	14.5	S 85%		7650	Sulzer 6RTA48T-B		116.3	0.181	0.826	0.856		6.14	11.32	2.63	1.43	0.793
41	PRABHU GOPAL					93481.7	14.5		7080		MAN B&W 6S50MC-C	127		0.177	0.845	0.889	637	5.642	10.168	2.880	1.598	0.850
49	AZZURA	65181	29026	1977	225	86552.2	14.7	S 85%	6885	8100	Sulzer 6RTA48T-B		124	0.179	0.830	0.858	714	5.62	10.46	2.62	1.41	0.855
58	SPAR LYRA	65700	30700	2000	230	90559.6	14	S 82%	7774	9480	MAN B&W 6S50MC-C		127	0.170	0.850	0.876	571	5.67	10.46	2.56	1.39	0.815
61	BIG GLORY	69450	13500	1980	170	90807.6	14.6	S 85%	6970	8200	MAN B&W 6S50MC-C		110	0.176	0.824	0.855	707	5.73	10.39	2.58	1.42	0.885
77	PROTEFS	90624	32480	2680	137	117945	14.4	S 90%	9180	10200	MAN B&W 5S60MC-Mk6		105	0.160	0.855	0.879	634	6.74	11.30	2.29	1.37	0.856
103	TAI PROGRESS	92152	35380	2460	120	122599	14.5	S 82 %	8158	9996	MAN B&W 5S60MC-C	87.4	93	0.162	0.873	0.898	741	6.73	11.13	2.29	1.38	0.881
123	ANANGEL INNOVATION	187000	67000	8000	250	267588	15.1	S 90%	16758	18620	MAN B&W 6S70MC-C		91	0.148	0.854	0.877	695	6.20	11.48	2.51	1.36	0.874
130	TEH MAY	193247	51687	4554	378	268449	15	S 85%	14331	16860	MAN B&W 6S70MC-Mk6	86.2	91	0.147	0.849	0.873	800	6.20	11.39	2.49	1.35	0.885
131	CHIN SHAN	188761	78435	4245	143	266505	14.8	S 85%	12750	15000	MAN B&W 6S70MC		81	0.145	0.849	0.873	858	6.26	11.68	2.53	1.36	0.895

Temeljem raspoloživih podataka izračunate su sljedeće veličine: Froude-ov broj, volumen trupa, konstanta admiraliteta, omjeri L_{pp}/B , L_{pp}/T_s , B/T_s , H/T_s i koeficijent istisnine.

Koeficijent istisnine

U slučaju kada je poznata istisnina broda, koeficijent istisnine izračunat je prema izrazu (1):

$$C_B = \frac{\Delta_S}{\rho \cdot L_{PP} \cdot B \cdot T_S} \quad (1)$$

gdje je: ρ gustoća morske vode 1,025 t/m³
 Δ_S masa istisnine broda (scantling)
 L_{PP} duljina broda između okomica
 B širina broda
 T_S maksimalni gaz broda (scantling)

Objavljeni podaci o istisnini broda odnose se na istisninu trupa s privjescima.

U slučaju kada istisnina broda nije objavljena, koeficijent istisnine izračunat je prema korigiranom Townsin-ovom izrazu:

$$C_B = 1,0095 \cdot C_{B_{TOWNSIN}} \quad (2)$$

gdje je Townsin-ov izraz prema lit. [3]:

$$C_{B_{TOWNSIN}} = 0,7 + \frac{1}{8} \arctg \frac{(23 - 100 \cdot Fn)}{4} \quad (3)$$

Usporedbom stvarnih vrijednosti koeficijenata istisnine utvrđeno je da kalibrirana Townsin-ova krivulja (2) najbolje opisuje zavisnost koeficijenta istisnine o Froude-ovom broju, lit [2].

Nakon izračuna koeficijenta istisnine prema izrazu (2) određuje se istisnina broda Δ_S .

Koeficijent punoće trupa

Koeficijent punoće trupa do glavne palube izračunat je prema izrazu iz [4]:

$$C_{BD} = \left(\frac{D}{T} - 1,0\right) \cdot 0,086 + (0,7 - C_B) \cdot 0,0475 + C_B \quad (4)$$

Konstanta admiraliteta

Konstanta admiraliteta C_{ADM} izračunata je prema formuli:

$$C_{ADM} = \frac{\Delta^{\frac{2}{3}} \cdot v^3}{P_B} \quad (5)$$

gdje je: P_B snaga pogonskog stroja u službi, kW
 Δ masa istisnine broda, t
 v brzina broda u službi, kn

2.2. Regresijska analiza

Analizom prikupljenih podataka o brodovima za rasuti teret utvrđena je međusobna ovisnost pojedinih karakterističnih značajki, s težištem na korelaciji volumena skladišta tereta i balastnih tankova s glavnim značajkama (duljinom, širinom, visinom, gazom, nosivovošću i istisninom). Međusobne ovisnosti opisane su regresijskim izrazima [2].

Bazu podataka dopunjenu brodovima izgrađenim u razdoblju 2003. – 2005. godina, potrebno je analizirati i utvrditi moguće razlike i odstupanja regresijskih izraza koji opisuju zavisnosti karakterističnih značajki. Analiza se odnosi na brodove tipa Bulk Carrier i Bulk/Ore Carrier.

Rezultati regresijske analize prikazani su regresijskim jednažbama. Pri određivanju krivulje koja se najbolje prilagođava parovima vrijednosti, korištena je metoda najmanjih kvadrata, tj. suma odstupanja analiziranih vrijednosti od vrijednosti regresijske krivulja mora biti minimalna.

Rezultati regresijske analize sadrže procjenu preciznosti veze uspostavljenu pomoću regresijske jednažbe. Stupanj ovisnosti varijable y o varijabli x izražena je koeficijentom ili indeksom korelacije R^2 . Prema [5], veza između varijabli može se vrednovati na sljedeći način:

$R^2 \geq 0,9$	→	vrlo uska veza
$0,7 \leq R^2 < 0,9$	→	uska veza
$0,5 \leq R^2 < 0,7$	→	veza je praktične vrijednosti
$R^2 < 0,5$	→	ne postoji značajna veza

Rezultati regresijske analize, prikazani regresijskim jednažbama, dani su tabelarno u točki 2.3 Usporedba regresijskih jednažbi.

Obuhvaćene su zavisnosti grupirane kako slijedi:

1. Zavisnost volumena teretnih tankova V_{HOLD} o:

- duljini broda između okomica L_{pp} ,
- širini broda B ,
- visini broda H ,
- maksimalnom gazu T_S ,
- nosivosti broda na maksimalnom gazu DWT_S ,
- istisnini broda na maksimalnom gazu Δ_S ,

2. Zavisnost volumena balastnih tankova $V_{BALLAST}$ o:

- duljini broda između okomica L_{pp} ,
- širini broda B ,

- visini broda H ,
- maksimalnom gazu T_S ,
- nosivosti broda na maksimalnom gazu DWT_S ,
- istisnini broda na maksimalnom gazu Δ_S ,

3. Zavisnost slijedećih veličina o volumenu skladišta tereta V_{HOLD} :

- maksimalna snaga stroja P_{MAX} ,
- koeficijent istisnine C_B ,

4. Zavisnost glavnih značajki broda o nosivosti na maksimalnom gazu DWT_S :

- duljina broda između okomica L_{pp} ,
- širina broda B ,
- visina broda H ,
- maksimalni gaz broda T_S ,
- maksimalna snaga stroja P_{MAX} ,
- Froude-ov broj Fn ,
- nosivost na projektnom gazu DWT_D ,
- istisnina broda na maksimalnom gazu Δ_S ,

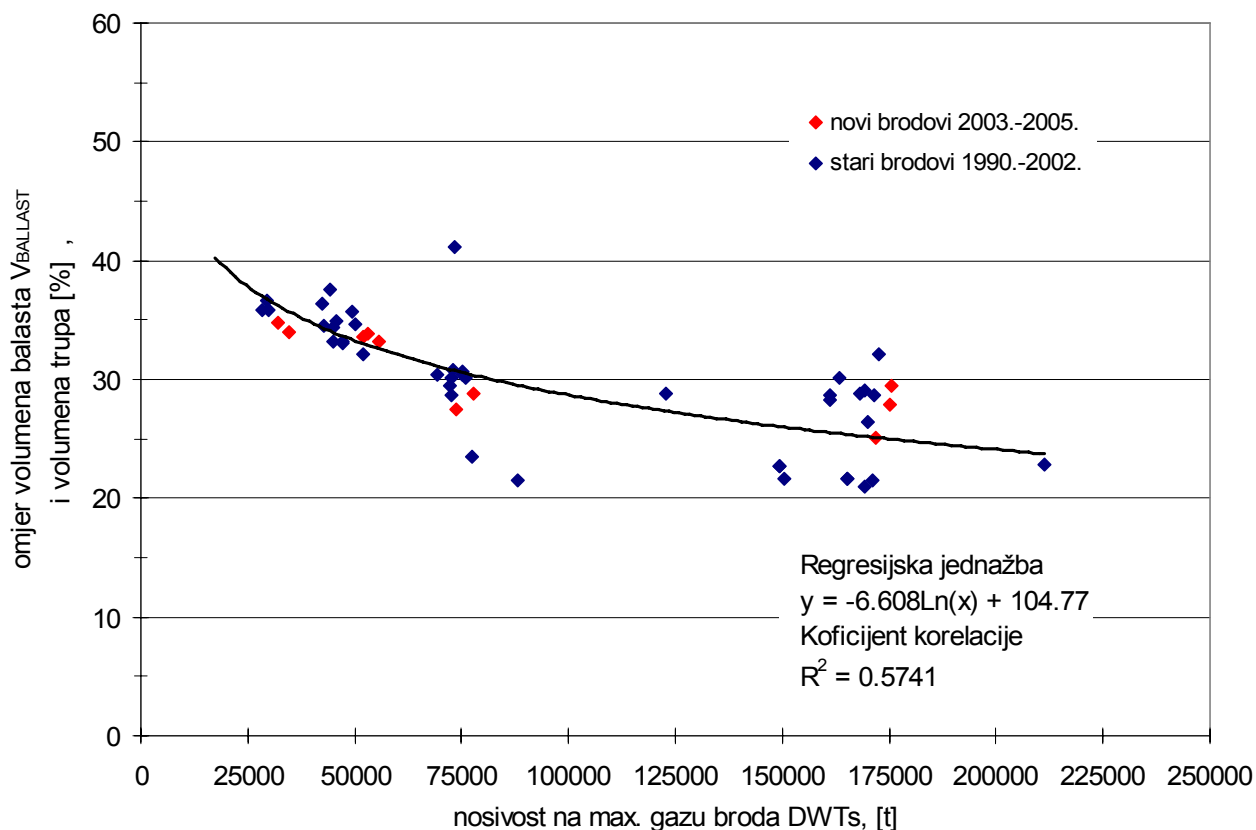
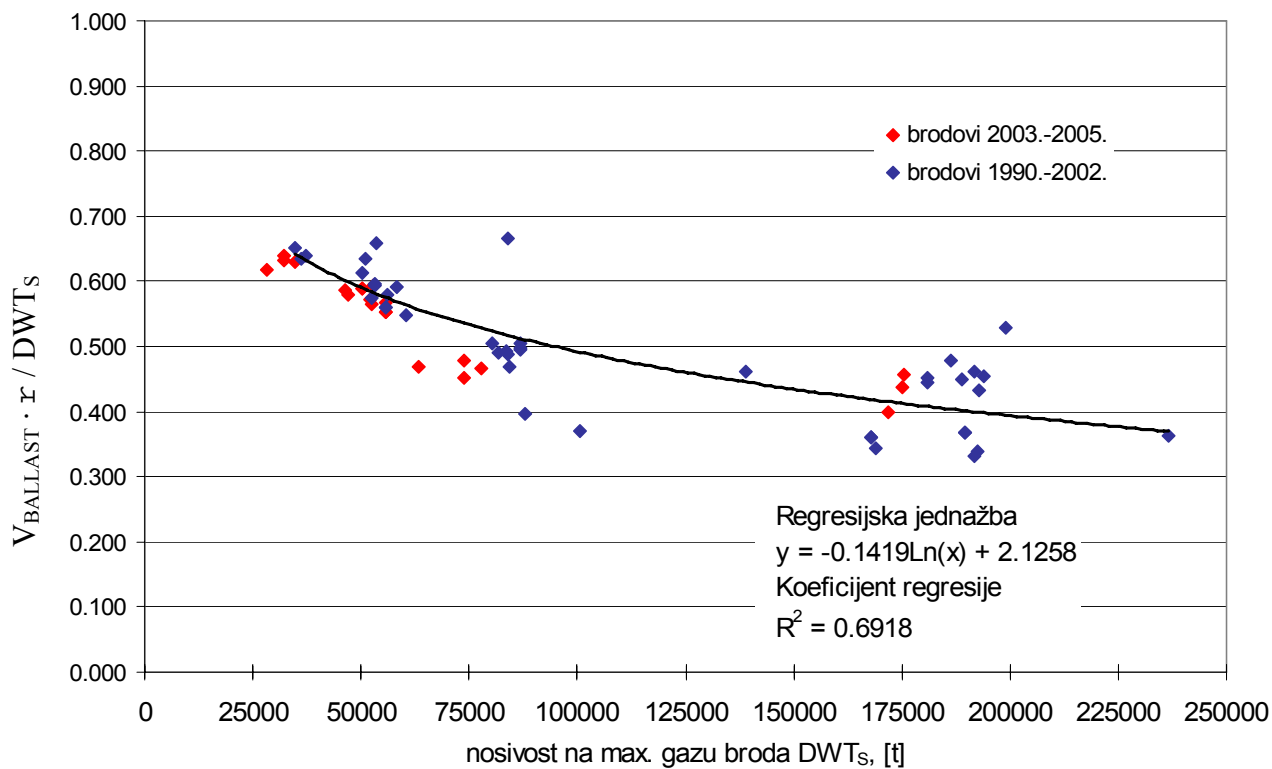
5. Ostale zavisnosti:

- zavisnost duljine broda između okomica L_{pp} o širini broda B ,
- zavisnost duljine broda između okomica L_{pp} o visini broda H ,
- zavisnost širine broda B o maksimalnom gazu T_S ,
- zavisnost visine broda H o maksimalnom gazu T_S ,
- zavisnost koeficijenta istisnine C_B o Froude-ovom broju Fn ,
- zavisnost konstante admiraliteta o Froude-ovom broju Fn ,

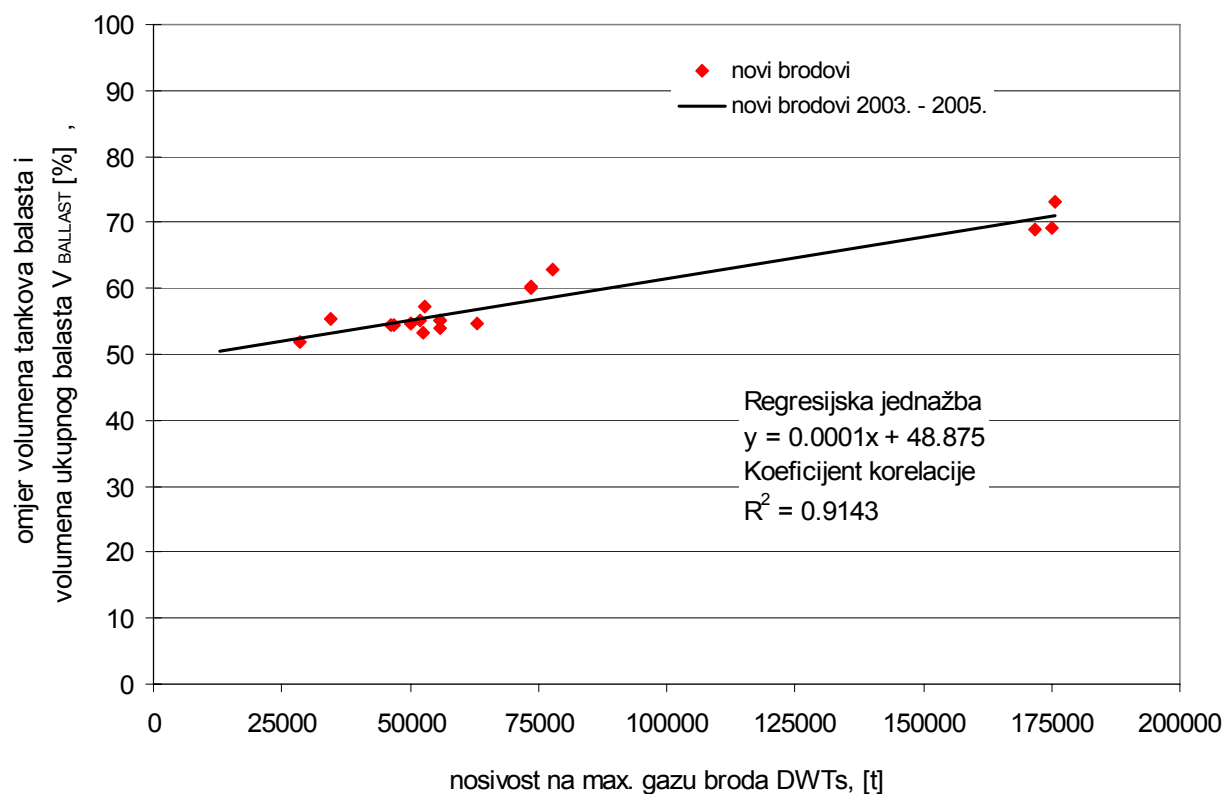
Proširena je analiza baze podataka (u odnosu na [2]) određivanjem zavisnosti volumena balasta o nosivosti na maksimalnom gazu DWT_S :

- a) omjer volumena balasta $V_{BALLAST}$ i volumena trupa
- b) zavisnost omjera $(V_{BALLAST} \cdot \rho) / DWT_S$ o nosivosti na maksimalnom gazu DWT_S
- c) omjer volumena balastnih tankova i volumena ukupnog balasta $V_{BALLAST}$ u odnosu na nosivost na maksimalnom gazu DWT_S

Napomena: Ukupni balast, $V_{BALLAST}$, uključuje volumen balastanih tankova i volumen skladišta br.3.

Dijagram 1. Omjer volumena balasta $V_{BALLAST}$ i volumena trupa V_{HULL} Dijagram 2. Zavisnost omjera $(V_{BALLAST} \cdot \rho) / DWT_S$ o nosivosti na maksimalnom gazu DWT_S 

Dijagram 3. Omjer volumena balastnih tankova, $V_{TANKOVI\ BALASTA}$ i volumena ukupnog balasta $V_{BALLAST}$ u odnosu na nosivost na maksimalnom gasu DWT_S



Osvrt na dijagrame 1,2 i 3:

Dijagram 1: Udio ukupnog volumena balasta, $V_{BALLAST}$, iznosi $22 \div 38$ % volumena trupa, V_{HULL} .

Dijagram 2: Omjer volumena balasta i nosivosti kreće se u rasponu $0,68 \div 0,34$, s tendencijom smanjenja porastom nosivosti

Dijagram 3: Udio volumena balastnih tankova, $V_{TANKOVI\ BALASTA}$, iznosi $52 \div 73$ % volumena ukupnog balasta, $V_{BALLAST}$.

2.3. Usporedba regresijskih jednažbi

Analiza nadopunjene baze podataka pokazuje uske i vrlo uske veze između većine analiziranih zavisnosti, što potvrđuje postojanje direktnih veza između volumena u trupu (V_{HOLD} i $V_{BALLAST}$) i glavnih značajki broda (L_{PP} , B , T_S , DWT_S , Δ_S).

Korelacije volumena skladišta i balastnih tankova s glavnim dimenzijama opisane su uskom vezom ($R^2 = 0,872 \div 0,995$).

Analiza zavisnosti koeficijenta istisnine, C_B , o volumenu skladišta V_{HOLD} odnosno Froude-ovom broju daje veze praktične vrijednosti ($R^2 = 0,5306$; $R^2 = 0,6558$).

Maksimalna snaga glavnog pogonskog stroja u uskoj je vezi s volumenom skladišta ($R^2 = 0,883$).

Budući je nosivost broda značajka određena projektnim zahtjevom od strane naručitelja, analizirane su zavisnosti glavnih značajki broda o nosivosti na maksimalnom gazu. Analiza je pokazala vezu u formi potencijalne funkcije $y = x^n$, uz postojanje uske veze pripadnih varijabli ($R^2 = 0,917 \div 0,985$).

Analiza međusobnih zavisnosti geometrijskih značajki broda; duljine o širini i visini, širine i visine o maksimalnom gazu. Koeficijenti korelacije ukazuju na usku vezu varijabli.

U tablici 2. dane su regresijske jednažbe postojeće baze i nadopunjene baze brodova, pripadni koeficijenti korelacije i razlike (odstupanja) regresijskih jednažbi nadopunjene baze u odnosu na postojeću.

Napomena uz tablicu 2, stupac 5:

→ vrijednosti izračunate regresijskim jednažbama za razdoblje 1990.÷2005. (nadopunjena baza) veće su (+) ili manje (-) od vrijednosti prema regresijskim izrazima za razdoblje 1990. ÷ 2002. (postojeća baza).

Tablica 2. Regresijske jednažbe i koeficijenti korelacije za Bulk Carriere

1	2	3	4	5	6
Regresijska jednažba (za brodove izgrađene u razdoblju 1990. ÷ 2002. god)	Koef. korelacije R2	Regresijska jednažba (za brodove izgrađene u razdoblju 1990. ÷ 2005. god)	Koef. korelacije R2	Razlika %	Redni broj jednažbe
$V_{HOLD} = 0,0206 \cdot L_{pp}^{2,8449}$	0,947	$V_{HOLD} = 0,0214 \cdot L_{pp}^{2,8384}$	0,949	0,31	6
$V_{HOLD} = 2,5593 \cdot B^{2,9468}$	0,899	$V_{HOLD} = 2,5005 \cdot B^{2,9534}$	0,902	-0,01	7
$V_{HOLD} = 13,608 \cdot H^{2,9795}$	0,979	$V_{HOLD} = 14,038 \cdot H^{2,9693}$	0,978	-0,47	8
$V_{HOLD} = 68,151 \cdot T_S^{2,741}$	0,966	$V_{HOLD} = 70,071 \cdot T_S^{2,7305}$	0,967	0,14	9
$V_{HOLD} = 1,0477 \cdot DWT_S + 8942,9$	0,995	$V_{HOLD} = 1,0461 \cdot DWT_S + 9102,9$	0,995	0,01	10
$V_{HOLD} = 0,9386 \cdot \Delta_S + 6595,4$	0,992	$V_{HOLD} = 0,9377 \cdot \Delta_S + 6669,7$	0,992	-0,01	11
$V_{BALLAST} = 1,2198 \cdot L_{pp}^2 - 76,126 \cdot L_{pp} - 4507,6$	0,905	$V_{BALLAST} = 1,1576 \cdot L_{pp}^2 - 52,004 \cdot L_{pp} - 7065,2$	0,981	-1,83	12
$V_{BALLAST} = 25,5 \cdot B^2 + 978,55 \cdot B - 29335$	0,887	$V_{BALLAST} = 25,24 \cdot B^2 + 1024,5 \cdot B - 30940$	0,879	-1,48	13
$V_{BALLAST} = 82,272 \cdot H^2 + 2040,5 \cdot H - 32219$	0,878	$V_{BALLAST} = 107,16 \cdot H^2 + 1091,8 \cdot H - 23998$	0,873	0,21	14
$V_{BALLAST} = 186,06 \cdot T_S^2 + 1835,5 \cdot T_S - 23884$	0,892	$V_{BALLAST} = 206,86 \cdot T_S^2 + 1207,3 \cdot T_S - 19901$	0,885	-1,50	15
$V_{BALLAST} = 0,337 \cdot \Delta_S + 3921$	0,869	$V_{BALLAST} = 0,3348 \cdot \Delta_S + 3699$	0,895	-1,16	17
$P_{MAX} = 23,141 \cdot V_{HOLD}^{0,5348}$	0,855	$P_{MAX} = 21,863 \cdot V_{HOLD}^{0,54}$	0,863	0,37	18
$C_B = 0,6061 \cdot V_{HOLD}^{0,0281}$	0,544	$C_B = 0,6082 \cdot V_{HOLD}^{0,0279}$	0,531	0,11	19

Tablica 1. Regresijske jednažbe i koeficijenti korelacije za Bulk Carriere - nastavak

1	2	3	4	5	6
Regresijska jednažba (za brodove izgrađene u razdoblju 1990. ÷ 2002. god)	Koef. korelacije R2	Regresijska jednažba (za brodove izgrađene u razdoblju 1990. ÷ 2005. god)	Koef. korelacije R2	Razlika %	Redni broj jednažbe
$L_{pp} = 6,4424 \cdot DWT_S^{0,3121}$	0,967	$L_{pp} = 6,4143 \cdot DWT_S^{0,3125}$	0,968	0,02	20
$B = 1,4165 \cdot DWT_S^{0,2848}$	0,935	$B = 1,4272 \cdot DWT_S^{0,2842}$	0,918	0,07	21
$H = 0,6284 \cdot DWT_S^{0,3039}$	0,974	$H = 0,6267 \cdot DWT_S^{0,3041}$	0,985	0,04	22
$T_S = 0,3491 \cdot DWT_S^{0,3267}$	0,979	$T_S = 0,3463 \cdot DWT_S^{0,3274}$	0,974	-0,01	23
$P_{MAX} = 37,095 \cdot DWT_S^{0,5009}$	0,877	$P_{MAX} = 36,046 \cdot DWT_S^{0,5036}$	0,883	0,21	24
$F_n = 0,8437 \cdot DWT_S^{-0,1468}$	0,857	$F_n = 0,8315 \cdot DWT_S^{-0,1454}$	0,859	0,14	25
$DWT_D = 0,9862 \cdot DWT_S - 5830,1$	0,997	$DWT_D = 0,9574 \cdot DWT_S - 4110,1$	0,992	-0,76	26
$\Delta_S = 1,1166 \cdot DWT_S + 2554,9$	0,999	$\Delta_S = 1,1161 \cdot DWT_S + 2630,3$	0,999	0,03	27
$L_{pp} = -0,0537 \cdot B^2 + 9,7724 \cdot B - 58,475$	0,904	$L_{pp} = -0,0546 \cdot B^2 + 9,8775 \cdot B - 61,144$	0,904	-0,55	28
$L_{pp} = -0,0493 \cdot H^2 + 13,525 \cdot H - 24,15$	0,954	$L_{pp} = -0,0297 \cdot H^2 + 12,74 \cdot H - 16,703$	0,953	0,30	29
$B = 0,0983 \cdot T_S^2 - 0,5866 \cdot T_S + 23,796$	0,883	$B = 0,1017 \cdot T_S^2 - 0,6931 \cdot T_S + 24,567$	0,885	0,05	30
$H = 1,2531 \cdot T_S + 1,8594$	0,988	$H = 1,2536 \cdot T_S + 1,849$	0,988	0,02	31

Tablica 1. Regresijske jednažbe i koeficijenti korelacije za Bulk Carriere - nastavak

1	2	3	4	5	6
Regresijska jednažba (za brodove izgrađene u razdoblju 1990. ÷ 2002. god)	Koef. korelacije R2	Regresijska jednažba (za brodove izgrađene u razdoblju 1990. ÷ 2005. god)	Koef. korelacije R2	Razlika %	Redni broj jednažbe
$C_B = -20,141 \cdot F_n^2 + 5,8557 \cdot F_n + 0,42$	0,665	$C_B = -21,139 \cdot F_n^2 + 6,1796 \cdot F_n + 0,3945$	0,656	0,02	32
$C_{ADM} = -3770 \cdot F_n^2 - 2111 \cdot F_n + 1096$	0,222	$C_{ADM} = -3432 \cdot F_n^2 - 2281 \cdot F_n + 1118$	0,227	0,44	33
$LW = 0,1194 \cdot DWT_S + 1820$	0,538	$LW = 0,1186 \cdot DWT_S + 1950$	0,554	0,42	34
-	-	$V_{BALLAST} / V_{HULL} =$ $= -6,608 \cdot \ln(DWT_S) + 104,77$	0.5741	-	35
-	-	$(V_{BALLAST} \cdot \rho) / DWT_S =$ $= -0,1419 \cdot \ln(DWT_S) + 2,1258$	0.6918	-	36
-	-	$V_{TANKOVA\ BALASTA} / V_{BALLAST} =$ $= 0,001 \cdot DWT_S + 48,875$	0.9143	-	37

* Jednažba br. 33 nema praktičnu vrijednost zbog vrlo niskog koeficijenta korelacije, a jednažba br. 34 ima preveliko odstupanje (do 10%) u odnosu na dostupne izraze za preliminarno određivanje mase praznog opremljenog broda [4].

2.4. Zaključak regresijske analize

Usporedba regresijskih izraza i pripadnih razlika, koje se kreću u rasponu $-1,83\% \div 0,42\%$, pokazuje minimalna odstupanja novih u odnosu na postojeće regresijske izraze.

Gotovo polovicu dodanih brodova u bazu čine brodovi s dvostrukom oplatom i građeni prema zahtjevima za “čvršći” brod za rasuti teret. Njihove glavne značajke ne odskaču iz okvira značajki brodova s jednostrukom oplatom, pa je moguće je zaključiti kako izvedeni regresijski izrazi mogu poslužiti u ranoj fazi osnivanja i za brodova za rasuti teret s dvostrukom oplatom.

Rezultati ove analize biti će provjereni u sljedećem poglavlju osnivanjem broda zadane nosivosti i brzine, čije će glavne značajke biti uspoređene s prethodno osnovanim brodom.

3. PRELIMINARNO OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET BEZ DVOBOKA

Određivanjem glavnih značajki broda za rasuti teret koristeći nove regresijske jednadžbe temeljem analize nadopunjene baze podataka brodova za rasuti teret, želi se utvrditi razlike u odnosu na prethodno osnovani brod temeljem jednažbi definiranih analizom podataka iz postojeće baze brodova [2]. Projektnim zahtjevom definirana je nosivost broda i brzina u službi.

Prvi korak je određivanje glavnih izmjera projekta preko regresijskih jednadžbi. Zatim slijedi proračun težine praznog opremljenog broda, proračun snage za postizanje zadane brzine, određivanje koeficijenta istisnine te računanje istisnine broda na maksimalnom gazu. Tako dobivena vrijednost istisnine broda usporedit će se s onom dobivenom regresijskom jednadžbom te na taj način utvrditi pouzdanost regresijske analize.

3.1. Preliminarno određivanje glavnih izmjera

Projektnim zahtjevom definirana je nosivost broda i brzina broda u službi:

$$\begin{aligned} DWT &= 45\,000 \text{ t} \\ v &= 14,8 \text{ kn} \end{aligned}$$

Glavne dimenzije broda određuju se regresijskim jednadžbama (20), (21), (22) i (23), istisnina broda jednadžbom (27) a maksimalna snaga stroja jednadžbom (24).

Duljina broda između okomica:

$$\begin{aligned} L_{pp} &= 6,4143 \cdot DWT^{0,3125} & L_{pp} &= 182,50 \text{ m} \end{aligned}$$

Širina broda:

$$\begin{aligned} B &= 1,4272 \cdot DWT^{0,2842} & B &= 29,98 \text{ m} \end{aligned}$$

Visina broda:

$$\begin{aligned} H &= 0,6267 \cdot DWT^{0,3041} & H &= 16,29 \text{ m} \end{aligned}$$

Maksimalni gaz:

$$\begin{aligned} T &= 0,3463 \cdot DWT^{0,3274} & T &= 11,56 \text{ m} \end{aligned}$$

Istisnina broda na maksimalnom gazu:

$$\begin{aligned} \Delta &= 1,1161 \cdot DWT + 2630,3 & \Delta &= 52854,8 \text{ t} \end{aligned}$$

Koeficijent istisnine:

$$\begin{aligned} C_B &= \frac{\Delta}{\rho \cdot L_{pp} \cdot B \cdot T} & C_B &= 0,8153 \end{aligned}$$

Froude-ov broj:

$$F_n = \frac{v}{\sqrt{g \cdot L_{pp}}} \quad F_n = 0,1798$$

Maksimalna snaga pogonskog stroja:

$$P_{MAX} = 36,074 \cdot DWT^{0,5036} \quad P_{MAX} = 7947 \text{ kW}$$

3.2. Proračun mase i položaja težišta po visini praznog opremljenog broda

Masa istisnine broda predstavlja sumu mase nosivosti i mase praznog opremljenog broda. U ovom proračunu će se odrediti masa praznog opremljenog broda empirijskim izrazima koji se koriste u preliminarnom osnivanju broda [4].

Definiranje mase praznog opremljenog broda važan je faktor u projektiranju broda iz više razloga. Masa trupa i opreme, kao i njezina raspodjela, utječe na čvrstoću trupa, nosivost i stabilitet broda. Nadalje, čelik ugrađen u trup značajan je dio ukupnih troškova broda, pa je dobra procjena mase broda u predprojektu vrlo bitna kako bi se što točnije mogli definirati troškovi gradnje.

Osiguravanje uvjeta sigurnosti, zadane nosivosti i postizanje tražene brzine važni su zahtjevi koji međusobno ovise jedan o drugom. Masa trupa direktno utječe na nosivost, ali i na sigurnost u smislu zadovoljenja zahtjevanog momenta otpora i osiguranja poprečne i lokalne čvrstoće.

Masa praznog opremljenog broda se može analitički odrediti kao zbroj tri grupe masa. To su:

- masa čelika W_{ST}
- masa opreme W_{OUT}
- masa strojnog dijela W_M

Masa čelika se dalje može izraziti kao:

$$W_{ST} = W_H + W_F + W_{DH} \quad (35)$$

gdje je:

W_H masa trupa

W_F masa kaštela

W_{DH} masa palubnih kućica

Za proračun mase trupa potrebno je prvo odrediti neke faktore:

$$F = 3,0408175 + 0,014826515 \cdot L - 0,0000173469 \cdot L^2 = 5,169$$

$$c = 1,0 + \frac{0,73}{\sqrt{L}} = 1,054$$

$$d = 1$$

$$z = 2,1 \cdot F \cdot L^2 \cdot B \cdot \frac{(C_b + 0,7)}{10^6} = 16,424$$

Masa trupa W_H određuje se prema izrazu:

$$W_H = 3,28 \cdot c \cdot d \cdot z^{0,69} \cdot L \cdot \left(1,104 - 0,016 \cdot \frac{L}{B}\right) \cdot \left(0,53 + 0,04 \cdot \frac{L}{H}\right) \cdot \left(1,98 - 0,04 \cdot \frac{L}{H}\right) \cdot \left(1,146 - 0,0163 \cdot \frac{L}{H}\right) \quad (36)$$

$$W_H = 6323,3 \text{ t}$$

Masa kaštela W_F :

$$W_F = 0,014 \cdot L \cdot B \quad (37)$$

$$W_F = 76,6 \text{ t}$$

Masa palubnih kućica W_{DH} :

$$W_{DH} = 160 + 0,00874 \cdot L \cdot B \quad (38)$$

$$W_{DH} = 207,8 \text{ t}$$

Dakle, ukupna masa čelika iznosi:

$$W_{ST} = 6607,7 \text{ t}$$

Preostala masa praznog opremljenog broda sastoji se od mase opreme W_{OUT} i mase strojnog dijela W_M koje se određuju prema izrazima:

$$W_{OUT} = 277 + 0,115 \cdot L \cdot B \quad (39)$$

$$W_{OUT} = 906,2 \text{ t}$$

$$W_M = P_{MCR} \cdot \frac{(895 - 0,0025 \cdot P_{MCR})}{10^4} \quad (40)$$

$$W_M = 695,4 \text{ t}$$

Masa praznog opremljenog broda W_{LS} :

$$W_{LS} = W_{ST} + W_{OUT} + W_M \quad (41)$$

$$W_{LS} = 8209,4 \text{ t}$$

Istisnina broda dobivena kao zbroj nosivosti i mase praznog opremljenog broda:

$$\Delta = DWT + W_{LS} \quad (42)$$

$$\Delta = 53209,4 \text{ t}$$

Istisnina broda prema regresijskom izrazu (27):

$$\Delta_{reg} = 52854,8 \text{ t}$$

Proračunata istisnina je nešto veća (0,67%) od istisnine dobivene regresijskom analizom, a budući je razlika je manja od 1% može smatrati neznatnom.

Koeficijent istisnine koji odgovara novoj istisnini iznosi:

$$C_B = 0,8207$$

Proračun položaja težišta po visini

Težište čelika trupa, težište opreme i težište postrojenja po visini izračunat će se prema izrazima iz [4].

Težište čelika trupa:

$$KG_{ST} = 0,01 \cdot H \cdot \left[46,6 + 0,135 \cdot (0,81 - C_b) \cdot \left(\frac{L}{H} \right)^2 \right] + \left[\left(\frac{L}{B} \right) - 6,5 \right] \cdot 0,008 \cdot H - 0,002 \cdot H \quad (43)$$

$$KG_{ST} = 7,49 \text{ m}$$

Težište opreme broda:

$$KG_{OUT} = H + 1,25 + 0,01 \cdot (L - 125) \quad (44)$$

$$KG_{OUT} = 18,115 \text{ m}$$

Težište strojnog dijela:

$$KG_M = 0,17 \cdot T + 0,36 \cdot H \quad (45)$$

$$KG_M = 7,83 \text{ m}$$

Težište sistema:

$$KG = \frac{W_{ST} \cdot KG_{ST} + W_{OUT} \cdot KG_{OUT} + W_M \cdot KG_M}{W} \quad (43)$$

$$KG = 8,692 \text{ m}$$

3.3. Usporedba s prethodno osnovanim brodom

U tablici 3. dan je usporedni prikaz glavnih značajki broda osnovanog prema postojećoj bazi brodova [2] i broda temeljem regresijskih izraza nadopunjene baze podataka.

Za oba broda definirana je nosivost 45 000 t i brzina 14,8 kn.

Tablica 3. Usporedba vrijednosti glavnih značajki osnovanih brodova

1	2	3
Značajka	Prethodno osnovani brod (referentni brod) – temeljem postojeće baze brodova (1990.÷2003.)	Brod osnovan temeljem nadopunjene baze brodova (1990.÷2005.)
L_{PP} [m]	182,52	182,50
B [m]	29,95	29,98
H [m]	16,31	16,29
T [m]	11,57	11,56
C_B	0,8145	0,8153
Fn	0,1799	0,1798
P_{MAX} [m]	7 945	7 947
$\Delta_{regresijska}$ [t]	52 801,9	52 854,8
$\Delta = DWT + W_{LS}$ [t]	53 203,2	53 209,4

Razlike geometrijskih izmjera zanemarive su.

Proračunate istisnine nešto su veće, (0,67%), od istisnina dobivenih regresijskom analizom, a budući je razlika je manja od 1% može se smatrati neznatnom, a pripadni izrazi prihvatljivi.

Zaključak

Svrha ove usporedbe bila je utvrđivanje razlika glavnih značajki brodova osnovanih temeljem regresijske analize postojeće i nadopunjene baze podataka o brodovima za rasuti teret.

Brodovi kojima je dopunjena postojeća baza brodova „uklopili“ su se unutar postojećih podataka u okviru svojih karakterističnih klasa (Handysize, Handymax,), i time potvrđuju kako brodograditelji slijede već uhodane trendove u gradnji ovog tipa broda.

Usporedba pokazuje da je moguće koristiti nove regresijske izraze u postupku ranog osnivanja broda za rasute terete.

4. OSNIVANJE BRODA ZA RASUTI TERET S DVOBOKOM

Brod za rasuti teret s dvobokom jedan je odgovor na zahtjeve za sigurnijim i čvršćim brodom postavljene temeljem analiza oštećenja i gubitaka brodova za rasuti teret.

U nastavku rada biti će osnovan brod za rasuti teret s dvobokom (DS). Cilj je utvrditi i analizirati nastale razlike u volumenima prostora broda kao i razliku u masi praznog opremljenog broda. Referetni brod za usporedbu biti će brod za rasuti teret s jednostrukom oplatom (SS) osnovan u radu [2].

Projektnim zadatkom traži se osnivanje broda s dvobokom nosivosti 45 000 DWT i brzine u službi $v = 14,8$ čv.

4.1. Određivanje glavnih značajki

Brod s dvobokom predviđeno je osnovati temeljem regresijskih izraza. Budući je u prethodnom poglavlju potvrđena mogućnost upotrebe novih regresijskih izraza, a koji su istovjetni za brodove s jednostrukom i dvostrukom oplatom boka, isti će poslužiti za preliminarno osnivanje broda za rasuti teret s dvobokom.

Temeljem nosivosti i brzine broda moguće je odrediti preliminarne značajke broda, koje su istovjetne značajkama broda za rasuti teret iz točke 3:

$$L_{PP} = 182,50 \text{ m}$$

$$B = 29,98 \text{ m}$$

$$D = 16,29 \text{ m}$$

$$T = 11,56 \text{ m}$$

$$C_B = 0,8153$$

$$Fn = 0,1798$$

$$P_{MAX} = 7\,947 \text{ kW}$$

$$\Delta = 53\,209,4 \text{ t}$$

4.2. Analiza projekta

4.2.1. Definiranje forme i proračun hidrostatskih vrijednosti

Definiranje forme u ranoj fazi osnivanja broda podrazumijeva kreiranje i matematičko opisivanje linija broda. Programom GHS [6] transformira se poznata forma u formu željenih karakteristika i provodi izračun hidrostatskih karakteristika.

Kao osnovna forma može poslužiti forma iz odgovarajuće systemske serije ili neka druga forma slična traženoj. Sličnost podrazumijeva minimalne razlike između parametara poznate forme i forme projekta. Kao slična forma odabrana je forma broda Mosor sagrađenog 2001. godine u brodogradilištu Brodosplit - Split.

Karakteristike odabrane forme:

$$L_{oa} = 187,63 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 179,37 \text{ m}$$

$$B = 30,80 \text{ m}$$

$$T_D = 10,10 \text{ m}$$

$$D = 15,45 \text{ m}$$

$$C_B = 0,813$$

$$\Delta_D = 46500 \text{ t}$$

Dimenzije broda nakon transformacije forme:

$$L_{oa} = 191,00 \text{ m}$$

$$L_{pp} = 182,52 \text{ m}$$

$$L_{WL} = 186,80 \text{ m}$$

$$B = 30.0 \text{ m}$$

$$T_S = 11,56 \text{ m}$$

$$D = 16,29 \text{ m}$$

$$C_B = 0,8203$$

$$\Delta_S = 53\,218 \text{ t}$$

Na sljedećim stranicama nalazi se plan rebara, tablica očitavanja poluširina, hidrostatski podaci i dijagramni list.

Brod za prijevoz rasutog tereta

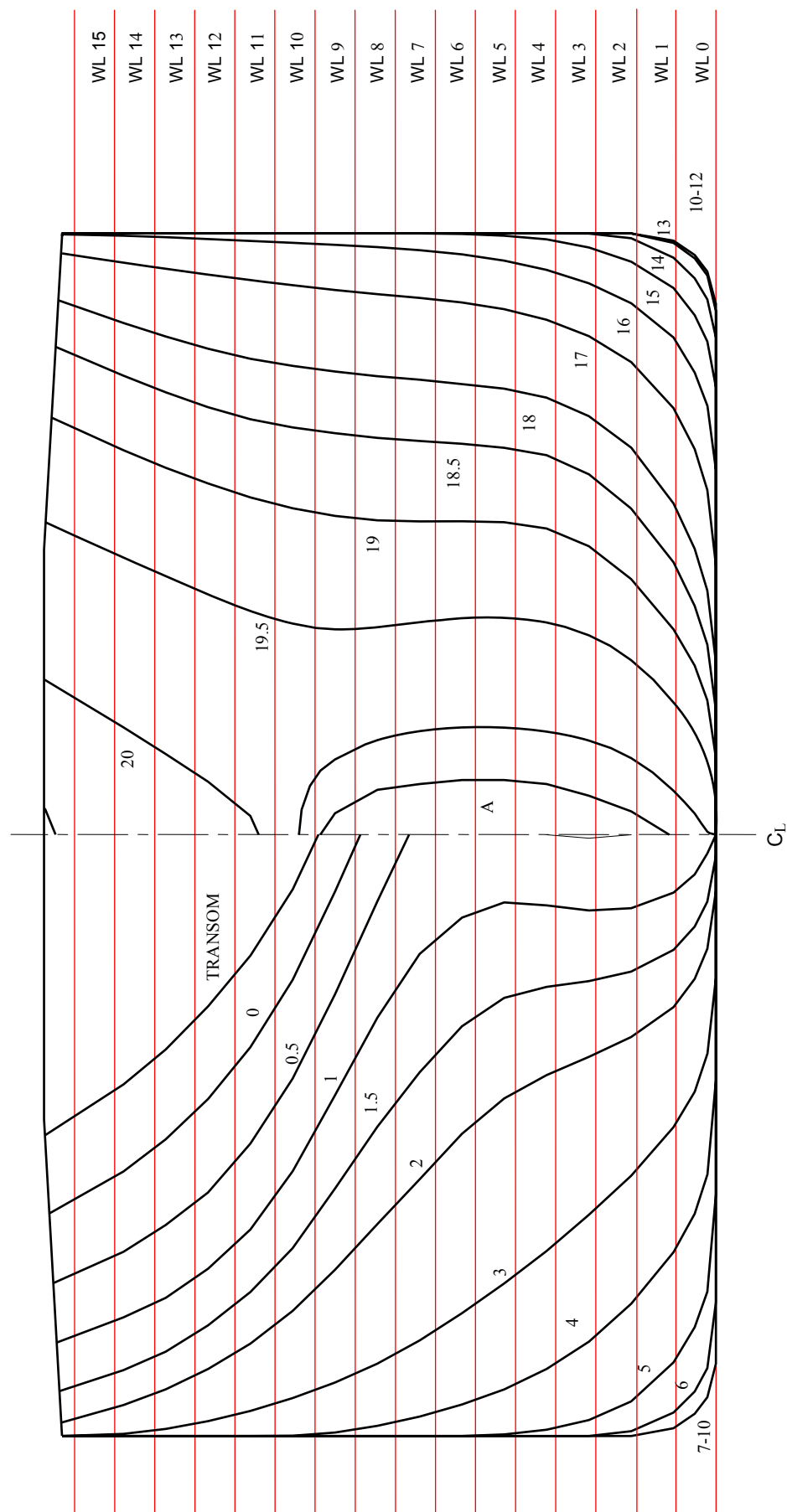
$L_{pp} = 182.5 \text{ m}$

$B = 30.0 \text{ m}$

$T = 11.56 \text{ m}$

$D = 16.29 \text{ m}$

$C_b = 0.820$



Slika 4. Nacrt rebara

Tablica 4.Očitanja poluširina rebara po vodnim linijama [m]

REBAR	VODNE LINIJE - POLUŠIRINE																			GLAVNA PALUBA		
	WL 0	WL 0.2	WL 0.5	WL 1	WL 2	WL 3	WL 4	WL 5	WL 6	WL 7	WL 8	WL 9	WL 10	WL 11	WL 12	WL 13	WL 14	WL 15	0.5 Y	Z		
T	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.192	2.131	3.513	4.643	5.605	6.395	7.501	16.761		
0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.296	2.519	4.390	5.817	6.938	7.834	8.551	9.446	16.636		
0.5	-	-	-	-	-	0.083	0.027	-	-	-	0.721	2.881	5.037	6.821	8.211	9.212	9.931	10.529	11.186	16.542		
1	0.000	0.445	0.953	1.407	1.808	1.896	1.794	1.676	1.893	2.568	3.810	5.562	7.423	9.071	10.246	11.079	11.694	12.125	12.665	16.462		
1.5	0.529	1.638	2.253	2.832	3.382	3.630	3.767	3.974	4.507	5.472	6.699	8.079	9.573	10.820	11.741	12.473	13.038	13.443	13.883	16.397		
2	1.403	2.807	3.544	4.244	4.983	5.467	5.896	6.401	7.145	8.169	9.243	10.314	11.361	12.247	12.945	13.499	13.950	14.296	14.663	16.355		
3	3.569	5.411	6.349	7.213	8.391	9.333	10.200	10.989	11.707	12.374	12.965	13.455	13.858	14.197	14.475	14.695	14.863	14.962	15.000	16.337		
4	6.112	8.422	9.389	10.330	11.582	12.516	13.200	13.718	14.106	14.410	14.657	14.844	14.960	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
5	8.958	11.356	12.221	13.089	14.064	14.549	14.806	14.938	14.992	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
6	11.657	13.277	13.849	14.373	14.854	14.990	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
7	13.194	14.010	14.418	14.780	14.992	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
8	13.194	14.010	14.418	14.780	14.992	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
9	13.194	14.010	14.418	14.780	14.992	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
10	13.194	14.010	14.418	14.780	14.992	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
11	13.194	14.010	14.418	14.780	14.992	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
12	13.194	14.010	14.418	14.780	14.992	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
13	13.062	13.924	14.348	14.734	14.987	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
14	12.398	13.325	13.842	14.351	14.847	14.989	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
15	11.160	12.268	12.910	13.583	14.244	14.603	14.820	14.924	14.975	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	15.000	16.337		
16	9.095	10.657	11.467	12.333	13.188	13.688	14.029	14.267	14.433	14.549	14.628	14.688	14.742	14.787	14.830	14.876	14.918	14.948	14.976	16.338		
17	6.711	8.540	9.546	10.556	11.698	12.354	12.772	13.051	13.233	13.352	13.443	13.537	13.644	13.761	13.885	14.018	14.158	14.303	14.505	16.364		
18	4.298	6.035	7.054	8.160	9.543	10.341	10.826	11.083	11.207	11.309	11.400	11.496	11.616	11.760	11.954	12.212	12.512	12.836	13.330	16.427		
18.5	3.093	4.694	5.634	6.698	8.022	8.880	9.398	9.617	9.724	9.797	9.863	9.959	10.081	10.236	10.462	10.776	11.142	11.539	12.167	16.489		
19	1.917	3.312	4.156	5.042	6.270	7.096	7.575	7.776	7.820	7.816	7.824	7.892	8.036	8.248	8.536	8.883	9.263	9.689	10.399	16.585		
19.5	0.743	1.784	2.490	3.227	4.265	4.897	5.245	5.392	5.413	5.343	5.226	5.129	5.165	5.382	5.725	6.134	6.569	7.013	7.780	16.720		
20	0.000	0.070	0.480	1.050	1.846	2.299	2.543	2.653	2.682	2.636	2.474	2.170	1.215	-	0.881	1.532	2.190	2.814	3.877	16.788		
A	-	-	-	-	0.528	0.921	1.218	1.351	1.375	1.305	1.203	0.911	-	-	-	-	-	-	-	0.688	16.788	

Hidrostatski podaci izračunati programom GHS

07-05-27 16:29:24

GHS 6.70

BULK CARRIER DS 45000 DWT

HYDROSTATIC PROPERTIES
No Trim, No Heel, VCG = 0.000

LCF	Displacement	Buoyancy-Ctr.		Weight/	Moment/			
Draft	Weight (MT)	LCB	VCB	CM	LCF	Deg trim	KML	KMT
UNDEF.	0.00							
1.000	3,786.82	95.869f	0.518	40.82	95.993f	123553	1869.21	63.426
2.000	7,996.32	95.993f	1.038	43.21	96.284f	139074	996.40	34.315
3.000	12,387.96	96.127f	1.558	44.51	96.448f	148526	686.88	24.246
4.000	16,882.77	96.216f	2.076	45.33	96.451f	154962	525.85	19.311
5.000	21,447.18	96.250f	2.592	45.92	96.247f	159871	427.05	16.511
6.000	26,065.53	96.215f	3.108	46.43	95.786f	164706	362.01	14.774
7.000	30,735.72	96.101f	3.623	46.97	95.093f	170151	317.15	13.692
8.000	35,462.11	95.911f	4.143	47.59	94.132f	177031	286.00	13.021
9.000	40,260.71	95.622f	4.665	48.38	92.811f	186248	265.03	12.632
10.000	45,148.02	95.226f	5.190	49.31	91.119f	197420	250.51	12.445
11.000	50,126.42	94.740f	5.717	50.24	89.732f	208884	238.74	12.401
12.000	55,194.98	94.241f	6.249	51.10	88.968f	219883	228.23	12.455
13.000	60,343.92	93.770f	6.783	51.84	88.518f	229426	217.82	12.581
14.000	65,560.70	93.341f	7.317	52.47	88.271f	237838	207.83	12.760
15.000	70,835.78	92.960f	7.853	53.01	88.185f	245439	198.50	12.979
16.000	76,161.41	92.627f	8.388	53.49	88.213f	252489	189.93	13.233
16.300	77,768.48	92.536f	8.549	53.64	88.222f	254624	187.58	13.317
Distances in METERS. -----Specific Gravity = 1.025. -----Moment in M. -MT.								
Draft is from Baseline.								

07-05-27 16:29:24

GHS 6.70

BULK CARRIER DS 45000 DWT

Page 3

HYDROSTATIC PROPERTIES
No Trim, No Heel

Origin	Displacement	Center of Buoyancy						
Depth	Weight (MT)	LCB	TCB	VCB	WPA	LCF	BML	BMT
0.500	1,800.92	95.836f	0.000	0.258	3759.0	95.782f	3522.86	117.336
1.000	3,786.82	95.869f	0.000	0.518	3982.3	95.993f	1868.69	62.909
1.500	5,862.52	95.936f	0.000	0.778	4105.1	96.142f	1285.20	43.078
2.000	7,996.32	95.993f	0.000	1.038	4216.1	96.284f	995.36	33.276
3.000	12,387.96	96.127f	0.000	1.558	4342.0	96.448f	685.32	22.688
4.000	16,882.77	96.216f	0.000	2.076	4422.3	96.451f	523.77	17.235
5.000	21,447.18	96.250f	0.000	2.592	4479.6	96.247f	424.46	13.918
6.000	26,065.53	96.215f	0.000	3.108	4530.2	95.786f	358.90	11.667
7.000	30,735.72	96.101f	0.000	3.623	4582.5	95.093f	313.53	10.069
8.000	35,462.11	95.911f	0.000	4.143	4643.3	94.132f	281.86	8.879
9.000	40,260.71	95.622f	0.000	4.665	4720.4	92.811f	260.36	7.967
10.000	45,148.02	95.226f	0.000	5.190	4810.4	91.119f	245.32	7.255
11.000	50,126.42	94.740f	0.000	5.717	4901.3	89.732f	233.02	6.684
11.560	52,953.78	94.459f	0.000	6.015	4951.3	89.214f	226.95	6.409
12.000	55,194.98	94.241f	0.000	6.249	4985.8	88.968f	221.98	6.206
13.000	60,343.92	93.770f	0.000	6.783	5057.6	88.518f	211.03	5.798
14.000	65,560.70	93.341f	0.000	7.317	5119.0	88.271f	200.52	5.443
15.000	70,835.78	92.960f	0.000	7.853	5172.0	88.185f	190.65	5.126
16.000	76,161.41	92.627f	0.000	8.388	5218.9	88.213f	181.54	4.845
16.300	77,768.48	92.536f	0.000	8.549	5233.0	88.222f	179.03	4.768
Distances in METERS. -----Specific Gravity = 1.025. -----								

07-05-28 15: 58: 58

Page 7

GHS 6.70

BULK CARRIER DS 45000 DWT

Part: HULL
1.000

Component: HULL.C

Side: CL Effectiveness:

Origin Depth: 11.560 Trim: zero Heel: zero

HULL.C COMPONENT FORM

Volume = 51662 Cubic M. LCB = 94.459f TCB = 0.000 VCB = 6.015

BLOCK DIMENSIONS

Length = 190.995 Breadth = 30.000 Depth (deepest point) = 11.560
 Length/Breadth = 6.37 Length/Depth = 16.52 Breadth/Depth = 2.595
 Breadth - Length/10 = 10.901 M. Block Coefficient = 0.780
 Displacement-Length Ratio = 211.9 Length-Volume Ratio = 5.13

WATER PLANE

Area = 4951 Square M. LCA = -89.214 TCA = 0.000
 Moments of Inertia: IL = 1.172E+07 M.^4 IT = 3.311E+05 M.^4
 Length = 186.795 Breadth = 30.000 Waterplane Coefficient = 0.884

MAXIMUM SECTION

Area = 345.2 Square M. Coefficient = 0.995

PRISMATIC COEFFICIENTS

Cp = 0.784 Cvp = 0.903

Korekcija blok koeficijenta

Volumen podvodnog dijela broda, izračunat programom GHS, odnosi se na volumen bez privjesaka. S obzirom da je dosadašnji proračun proveden sa vrijednošću istisnine koja uključuje i privjeske, potrebno je korigirati volumen podvodnog dijela.

Isto tako, blok koeficijent, dobiven programom GHS, izračunat je prema izrazu:

$$C_B = \frac{V}{L \cdot B \cdot T} \quad (74)$$

gdje je: V ... volumen podvodnog dijela bez privjesaka

L ... duljina podvodnog dijela broda

B ... širina broda

T ... gaz broda

Uz vrijednost koeficijenta privjesaka $k = 1,005$ i gustoću morske vode $\rho = 1,025 \text{ t/m}^3$, vrijednost istisnine je sljedeća:

$$\Delta = \rho \cdot k \cdot V \quad (75)$$

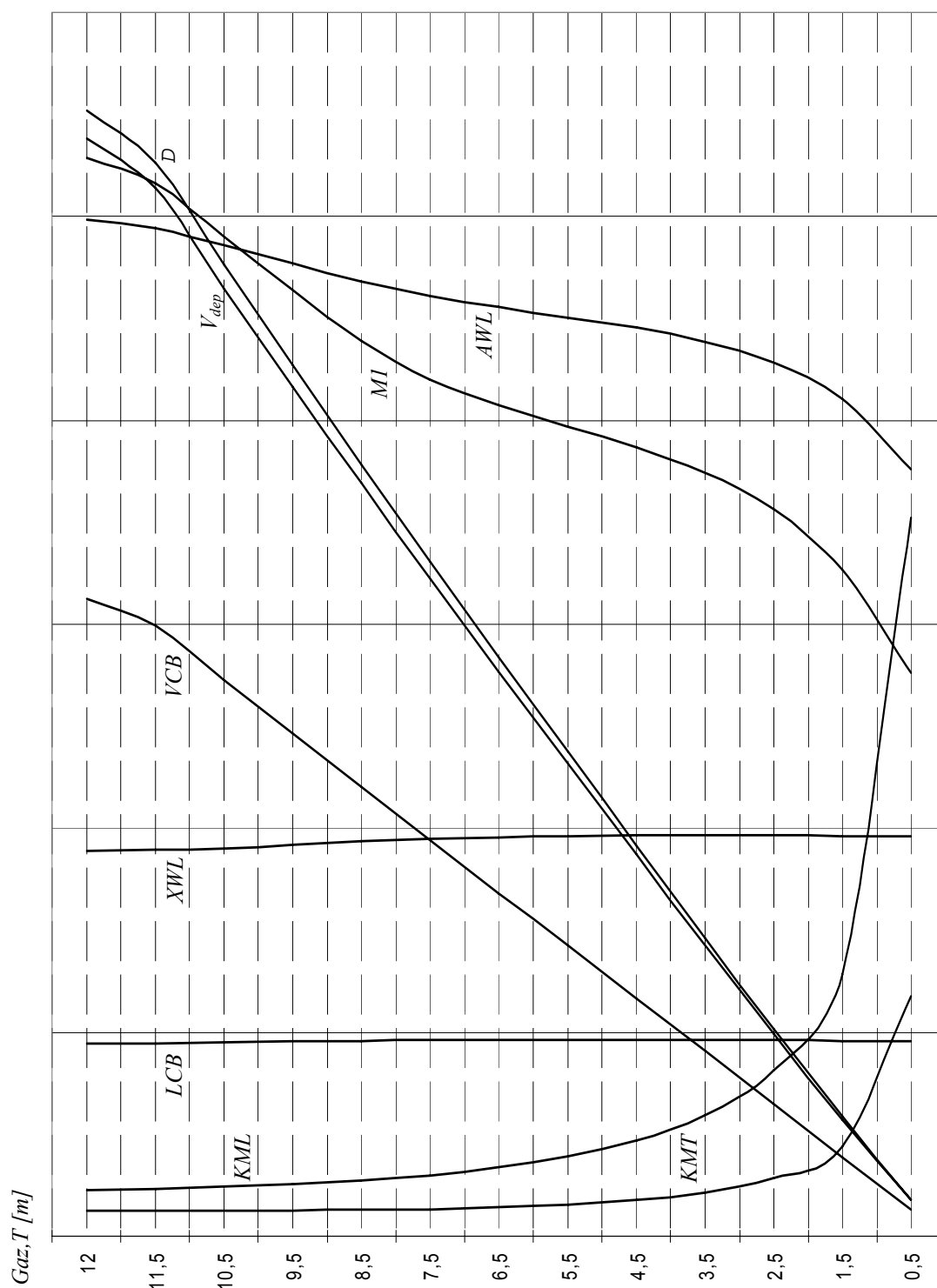
$$\Delta = 53\,218 \text{ t}$$

Prema izrazu (1), korigirani koeficijent istisnine iznosi:

$$C_B = 0,8203$$

Dijagram 4. Dijagramni list

D ... istisnina 1 mm = 334 t	V_{dep} ... volumen istisnine 1 mm = 337 t	LCB ... položaj težišta istisnine po duljini $LCB \approx X_F$ 1 mm = 3,4 m	VCB ... položaj težišta istisnine po visini 1 mm = 0,0673 m	M_I ... jedinični moment trima 1 mm = 1336 tm/m	KML ... uzdužna metacentarska visina 1 mm = 33,4 m	KMT ... poprečna metacentarska visina $KMT \equiv Z_{Mo}$ 1 mm = 3,36 m	AWL ... površina vodne linije $AWL \equiv WPA$ 1 mm = 33,4 m ²	XWL ... težište vodne linije $XWL \approx LCF$ 1 mm = 1,637 m
-----------------------------------	---	--	---	--	--	--	---	---



4.2.2. Proračun potrebne snage pogonskog stroja

Programom POWER [7] moguće je u ranoj fazi osnivanja broda odrediti otpor i potrebnu snagu za traženu brzinu, kao i osnovne parametre propulzije za potrebe odabira glavnog stroja.

Ulazni podaci svedeni su na minimum, pa je potrebno poznavati glavne izmjere broda, koeficijente forme, oblik krme, oblik pramca, osnovne podatke o vijku (pretpostavljene ili sa sličnog broda), područje brzina za potrebe prognoznog dijagrama.

Ulazni podaci programa POWER:

$L_{pp} = 182,5 \text{ m}$	- duljina broda između okomica
$L = 186,8 \text{ m}$	- duljina broda na vodnoj liniji
$B = 30,0 \text{ m}$	- širina broda
$T_A = 11,56 \text{ m}$	- gaz na krmenoj okomici
$T_F = 11,56 \text{ m}$	- gaz na pramčanoj okomici
$V_{DEP} = 51920 \text{ m}^3$	- volumen istisnine
$L_{CB} = +1,77\%$	- udaljenost težišta istisnine od glavnog rebra ($\%L_{pp}$), prema pramcu (+), prema krmi (-)
$A_{BT} = 40,18 \text{ m}^2$	- površina poprečnog presjeka bulba na presjeku vodne linije i pramčane statve
$h_B = 6,24 \text{ m}$	- udaljenost težišta površine A_{BT} od osnovke
$C_M = 0.995$	- koef. površine glavnog rebra
$C_{WP} = 0.884$	- koef. površine konstrukcijske vodne linije
$A_T = 5,9 \text{ m}^2$	- površina uronjenog zrcala
$S_{APP} = 25 \text{ m}^2$	- oplakana površina uronjenih privjesaka
$C_{STRN} = -10$	- faktor oblika krme [8]
$D = 5,9 \text{ m}$	- promjer vijka
$C_H = 0,176 \text{ m}$	- zračnost vijka prema peti
$K_2 = 1,9$	- koeficijent otpora privjesaka [8]
$v_p = 14,8 \text{ kn}$	- projektna brzina
$v_1 = 12,1$	- najmanja brzina u prognoznom dijagramu
$v_2 = 16,3$	- najveća brzina u prognoznom dijagramu
$v_{DV} = 0,3$	- korak povećanja brzine
$\eta_{os} = 0,99$	- stupanj djelovanja osovinskog voda
$N_{OP} = 1$	- oznaka tipa broda /jednovijčani/
$N_Z = 4$	- broj krila vijka

Značenje pojedinih oznaka i njihove vrijednosti detaljno su objašnjene u [8].

Izlazna datoteka sadrži rezultate proračuna. Navedeni su osnovni podaci o brodu i vijku, korišteni u proračunu. Datoteka sadrži podatke i o sustrujanju, smanjenom porivu i komponentama stupnja djelovanja vijka za odabrane brzine broda.

Na kraju je najvažniji dio rezultata proračuna, prognozni dijagram otpora, poriva, snage otpora, okretaja i potrebne snage za svaku brzinu.

PROGRAM " P O W E R " M. C. FSB-ZAGREB/91.

P R O G N O Z N I D I J A G R A M -DS bulk carrier 45000

ZNACAJKE BRODA:

LPP= 186.800 M	LCB = 1.770 (L/100)	
L = 182.500 M	CM = .99500	
B = 30.000 M	CWP = .88400	CBwl = .82034
TA = 11.560 M	CB = .80145(Lpp)	Vp = 14.800 CV
TF = 11.560 M	HB = 6.240 M	NOP = 1
DEP= 51920.000 M3	AT = 5.900 M2	D = 5.900 M
ABT= 40.180 M2	SAPP= 25.000 M2	NZ = 4

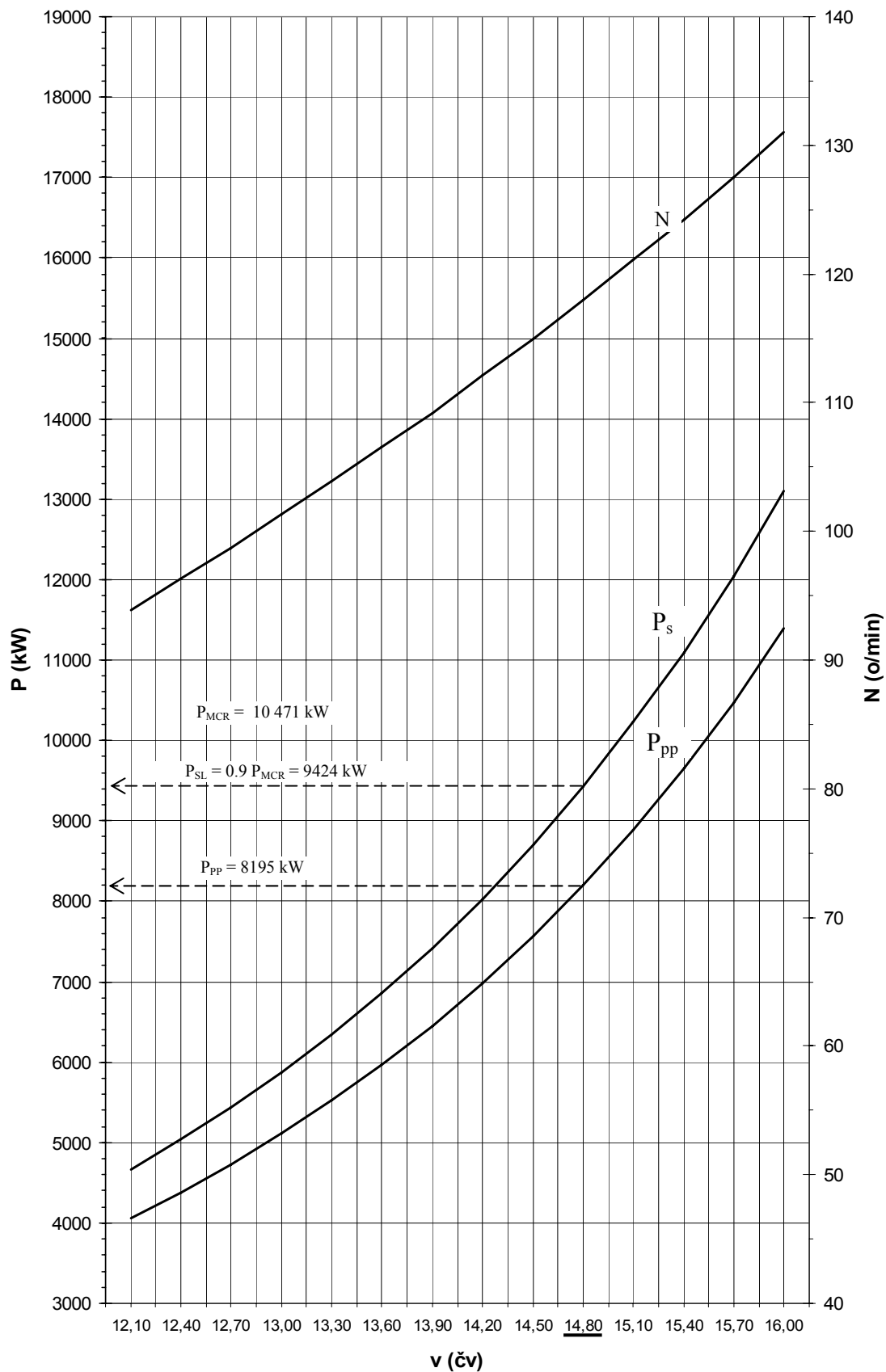
S = 8326.124 M2	ALFA = 46.63 ST.	CP = .82446
etaS= .990	AE/A0= .5660	P/D = .74130

V(cv)	w	t	etaOW	etaH	etaR	etaU
12.100	.3910	.1910	.5147	1.3283	1.0170	.6884
12.400	.3908	.1910	.5145	1.3280	1.0170	.6879
12.700	.3906	.1910	.5141	1.3276	1.0170	.6872
13.000	.3905	.1910	.5133	1.3273	1.0170	.6860
13.300	.3903	.1910	.5125	1.3269	1.0170	.6847
13.600	.3902	.1910	.5114	1.3266	1.0170	.6831
13.900	.3900	.1910	.5102	1.3263	1.0170	.6813
14.200	.3899	.1910	.5086	1.3260	1.0170	.6790
14.500	.3897	.1910	.5068	1.3257	1.0170	.6764
14.800	.3896	.1910	.5048	1.3254	1.0170	.6737
15.100	.3895	.1910	.5026	1.3251	1.0170	.6706
15.400	.3893	.1910	.5002	1.3248	1.0170	.6672
15.700	.3892	.1910	.4976	1.3245	1.0170	.6636
16.000	.3891	.1910	.4947	1.3243	1.0170	.6595

V(cv)	R(kN)	T(kN)	PE(kW)	N(o/min)	PS(kW)
12.100	448.3	554.2	2790.6	93.9	4053.6
12.400	472.3	583.9	3012.9	96.3	4379.5
12.700	497.6	615.1	3250.8	98.7	4730.8
13.000	524.3	648.1	3506.0	101.3	5110.9
13.300	552.5	682.9	3779.9	103.9	5520.9
13.600	582.4	719.9	4074.6	106.5	5965.1
13.900	614.2	759.3	4391.9	109.2	6446.6
14.200	648.8	802.0	4739.2	112.1	6979.4
14.500	685.7	847.6	5114.6	115.0	7560.9
14.800	725.1	896.3	5520.6	118.0	8195.0
15.100	767.3	948.5	5960.2	121.1	8888.3
15.400	812.5	1004.3	6436.6	124.2	9646.8
15.700	860.9	1064.2	6952.8	127.5	10478.0
16.000	912.7	1128.2	7511.9	131.0	11389.6

Temeljem rezultata programa POWER nacrtan je prognozni dijagram potrebne snage poriva i pripadnog broja okretaja vijka za uvjete pokusne plovidbe, krivulje P_{pp} i N kao funkcije brzine plovidbe.

Dijagram 5. Prognozni dijagram



Programom POWER određena je snaga potrebna za uvjete pokusne plovidbe.

Dodatak snage za službu (povećanje hrapavosti trupa i propelera – obraštanje, kao i nepovoljni vremenski uvjeti) iznosi 15%. Također je određena brzina u službi 14,8 čv kod 15 % SM pri 90% MCR.

Očitavanja prognoznog dijagrama:

- brzinu broda u službi 14,8 čv moguće je postići sa snagom 9424 kW,
- brzinu broda na pokusnoj plovidbi 15 čv moguće je postići sa snagom 8195 kW.

Iz uvjeta projektnog zadatka, postizanje 14,8 čv u službi pri 90% MCR, moguće je odrediti maksimalnu trajnu snagu pogonskog stroja:

$$P_{MCR} = \frac{P_s}{0,90} = \frac{9424}{0,90} = 10471 \text{ kW}$$

Odabir glavnog stroja

Prema MAN B&W katalogu, Engine Selection Guide, Two-stroke MC/MM-C Engines, 5th Edition, February 2000, temeljem preliminarno određene maksimalne snage odabran je glavni pogonski stroj:

→ MAN B&W Diesel Two-stroke	tip 7S50MC-C
→ snaga (MCR)	11060 kW
→ broj okretaja	127 min ⁻¹
→ specifična potrošnja goriva	171 g/kWh
→ broj cilindara	7
→ masa	238 t

Osnovne karakteristike desnokretnog brodskog vijka:

→ Promjer vijka	D = 5.90 m
→ Broj krila vijka	N _Z = 4
→ Omjer uspona	P/D = 0.7413
→ Omjer površina	AE/A0 = 0.566
→ Broj okretaja vijka	N = 118 o/min
→ Materijal izrade	Ni-Al bronca.

Usporedba s vrijednošću snage prema regresijskom izrazu

Maksimalna snaga pogonskog stroja dobivena regresijskom jednadžbom (točka 3.1) iznosi 7 947 kW, što je 24,1 % manja snaga u odnosu na proračunatu.

Razlog odstupanja može biti što analizom nije uključen utjecaj brzine na snagu, nepotpuni podaci o dodatku za uvjete službe, odnosno snaga pri kojoj treba ostvariti traženu brzinu u službi (% MCR) . Preciznije rezultate moguće je dobiti provedbom regresijske analiza ovisnosti snage o nosivosti pri određenoj brzini broda.

4.2.3. Korekcija mase praznog opremljenog broda i kontrola istisnine

Radi preciznijeg određivanja maksimalne snage pogonskog stroja (program Power) i korekcije koeficijenta istisnine temeljem konkretne forme broda (poglavlje 4.2.1), potrebno je ponoviti proračun mase praznog opremljenog broda prema izrazima iz poglavlja 3.2.

U izrazu (36) za određivanje mase trupa sadržana je i vrijednost blok koeficijenta. Budući je vrijednost blok koeficijenta korigirana (točka 4.2.1. list 35) potrebno ponoviti proračun mase trupa.

Korigirana masa trupa iznosi:

$$W_H = 6341 \text{ t}$$

Sada ukupna masa čelika ugrađenog u brod prema izrazu (35) iznosi:

$$W_{ST} = 6625,6 \text{ t}$$

Masa postrojenja prema izrazu (40) iznosi:

$$W_M = 909,7 \text{ t}$$

Korigirana masa praznog opremljenog broda:

$$W_{LS} = 8442 \text{ t}$$

Istisnina broda prema (69):

$$\Delta = DWT + W_{LS} = 45\,000 + 8\,442 = 53\,442 \text{ t}$$

Istisnina broda dobivena programom GHS:

$$\Delta_{GHS} = 53\,218 \text{ t}$$

Razlika istisnine:

$$\frac{\Delta_{GHS} - \Delta}{\Delta_{GHS}} \cdot 100\% = -0,42\%$$

4.2.4. Kontrola volumena skladišta tereta i balastnih tankova

Volumen skladišta tereta i balastnih tankova za zadanu nosivost prema regresijskim jednadžbama (10) i (16) iznosi:

$$V_{HOLD} = 1,0461 \cdot DWT_S + 9102,9 = 56\,177 \text{ m}^3$$

$$V_{BALLAST} = 0,3721 \cdot DWT_S + 4766,6 = 21\,511 \text{ m}^3$$

Provjera volumena skladišta i tankova balasta provest će se programom GHS. Za provedbu proračuna volumena potrebno je prvo definirati granice prostora unutar broda.

Prema pravilima *IACS, Common Structural Rules for Bulk Carriers, January 2006*, odredit će se broj i položaj nepropusnih pregrada, visina dvodna i razmak rebara. Elementi koji nisu definirani ovim pravilima odredit će se relevantnim drugim pravilima, napr. American Bureau of Shipping [8] ili Bureau Veritas [9].

Glavne konstrukcijske značajke broda (CSR, Ch.1 Sect.4 [3.1.1])

- proračunska duljina L treba zadovoljiti uvjet

$$0.96 \cdot L_{SVL} \leq L \leq 0.97 \cdot L_{SVL}$$

$$L_{SVL} = L_{pp} + \Delta L = 186.8 \text{ m}$$

$$\text{usvojeno: } L = 180 \text{ m}$$

- širina broda

$$B = 30 \text{ m}$$

- visina broda mjerena na glavnom rebru, od vrha kobiličnog lima do glavne palube na boku broda

$$D = 16.29 \text{ m}$$

- gaz broda mjeren od vrha kobiličnog lima

$$T = 11.56 \text{ m}$$

Broj pregrada i skladišta (CSR, Ch.2 Sect.1 [1.1.2])

za $165 \leq L \leq 190 \text{ m} \rightarrow 8$ nepropusnih pregrada

Brod će imati 8 nepropusnih pregrada a teretni prostor će se podijeliti na 6 skladišta.

Kolizijske pregrade, položaj (CSR, Ch.2 Sect.1 [2.1.1])

Položaj pramčane kolizijske pramčane pregrade – na razmaku od FP_{LL} ne manjem od 5% L_{LL} ili 10 m, razmak koji je manji, i nije veći od 8% L_{LL} , gdje je L_{LL} – duljina slobodne palube, 180 m.

- položaj pramčane kolizijske pregrade od $FP_{LL} = 9 \text{ m}$

Krmena kolizijska pregrada – nema posebnih zahtjeva, odabir prema sličnom brodu

- položaj pramčane kolizijske pregrade od $AP_{LL} = 7,8 \text{ m}$

Pramčani i krmeni pik orebreni su poprečno, razmaka rebara 600 mm, a svako četvrto rebro je okvorno.

Visina dvodna (CSR, Ch.3 Sect.6 [6.1.3])

Visina dvodna, $h_{DB} = \frac{B}{20} = 1,5 \text{ m}$ ili 2 m, veličina koja je manja.

- visina dvodna $h_{DB} = 1,8 \text{ m}$

Razmak i raspored rebara i uzdužnjaka (BV 6-12.11)

- bazni razmak rebara

$$E_O = 0.72 \cdot \left(\frac{L}{100}\right)^{\frac{1}{4}} = 0.72 \cdot \left(\frac{180}{100}\right)^{\frac{1}{4}} = 0.833 \text{ m}$$

usvojeno: $E_O = 800 \text{ mm}$

- u području krmenog pika na duljini 0.2L od krmenog perpendikulara razmak rebara je 600 mm

- u području pramčanog pika razmak rebara je 600 mm

- razmak uzdužnjaka dna i pokrova dvodna 750 mm

Duljina strojarnice određena je prema sličnom brodu:

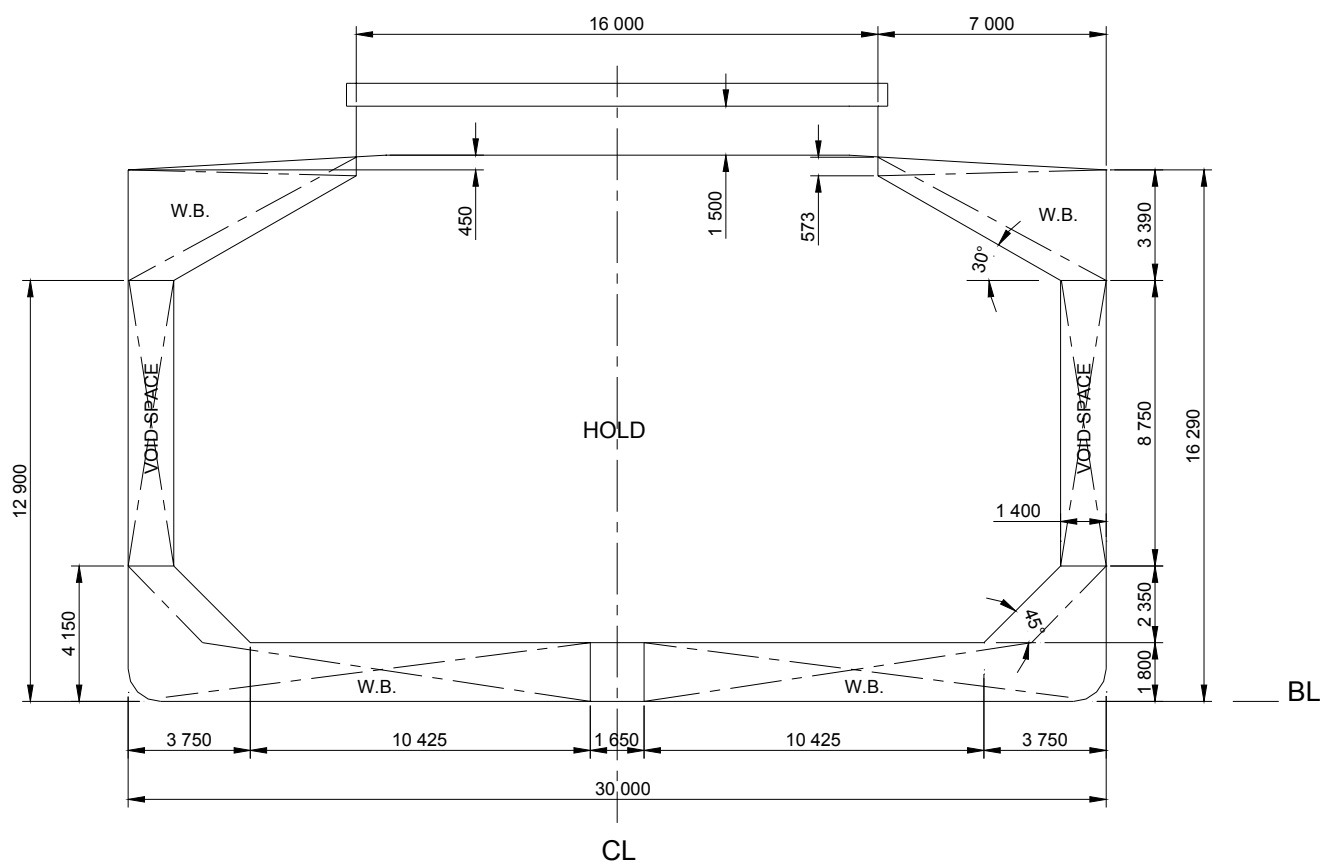
$$L_{STR} = 22,4 \text{ m}$$

Udaljenost prednje pregrade strojarnice od krmene okomice:

$$d_{PS} = 30,2 \text{ m}$$

Teretni prostor je podijeljen na 6 skladišta tereta kako bi bio zadovoljen uvjet minimalnog broja nepropusnih pregrada ($N_{pr}=8$):

Prostor	Dužina, m
pramčani pik	8,3
skladište br.1	24
skladište br.2	24
skladište br.3	24
skladište br.4	24
skladište br.5	24
skladište br.6	24
strojarnica	22,4
krmeni pik	7,8
ukupno	185
što odgovara Lpp	182,5



Slika 5. Presjek broda na glavnom rebru

Rezultati proračuna volumena provedenog programom GHS za svaki prostor u trupu prikazani su tablicama 6, 7. i 8.

Tablica 5. Volumeni skladišta tereta

PROSTOR	$V_{\text{HOLD}} [\text{m}^3]$
HOLD 1	6116
HOLD 2	8425
HOLD 3	8726
HOLD 4	8742
HOLD 5	8742
HOLD 6	7939
UKUPNO	48690

Tablica 6. Volumeni tankova balasta

PROSTOR	V_{BALL} [m³]
FORE PEAK	1029
W.T. 1	409
D.B. 1	920
W.T. 2	675
D.B. 2	1324
W.T. 3	675
D.B. 3	1506
W.T. 4	675
D.B. 4	1523
W.T. 5	675
D.B. 5	1512
W.T. 6	675
D.B. 6	1377
AFTER PEAK	524
Σ	13499
HOLD 3	8726
UKUPNO	22225

Tablica 7. Volumeni dvoboka

PROSTOR	V_{DVOBOK} [m³]
D.S. 1	468
D.S. 2	470
D.S. 3	577
D.S. 4	577
D.S. 5	577
D.S. 6	577
UKUPNO	3246

a) Usporedba volumena prostora broda prema regresijskim izrazima i izračunatim vrijednostima

Tablica 8. Usporedba volumena prostora DS broda

Volumen, m ³	Regresijski izrazi	Preliminarni projekt DS	Razlika
V _{HOLD}	56 177	48 690	15,3 %
V _{BALL}	21 511	22 225	-3,2 %

Volumen skladišta tereta izračunat preko regresijske jednadžbe (10) odstupa od vrijednosti dobivene programom GHS za 15,3%. Očekivana je ova značajna razlika (15,3%) između volumena skladišta prema regresijskim izrazima i volumena izračunatog nakon definiranja konkretne forme i prostora unutar iste, budući su regresijski izrazi izvedeni temeljem podataka o brodovima s jednostrukom oplatom boka (samo 3 % od ukupnog broja brodova u bazi podataka čine brodovi s dvostrukom oplatom). Ako se volumenu skladišta pridoda volumen dvoboka, koji je ovom slučaju prazan prostor, volumen skladišta tereta po regresijskim izrazima veći je za 8,1% od volumena skladišta izračunatog GHS-om.

Volumen balasta po regresijskim izrazima manji je od volumena po GHS-u -3,2%.

b) Usporedba volumena prostora referentnog broda s jednostrukom i dvostrukom oplatom boka za skladište br.4

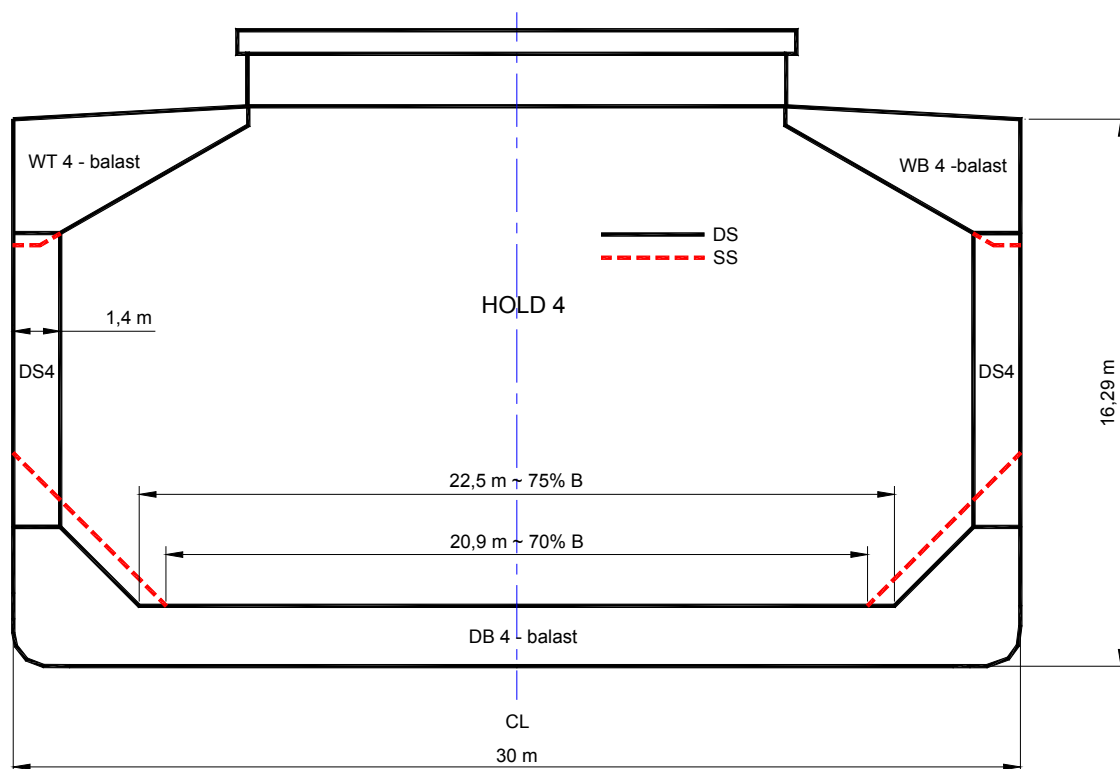
Usporedba volumena prostora temeljem geometrijskih izmjera na glavnom rebro, provedena je za skladište br.4 preliminarnog projekta broda za rasuti teret s dvobokom, DS, i referentnog broda za rasuti teret s jednostrukom oplatom, SS [2].

Brodovi imaju istovjetnu formu uz minimalne razlike glavnih značajki,

$$\rightarrow B_{SS} = 29,95 \text{ m} \leftrightarrow B_{DS} = 30,0 \text{ m},$$

$$\rightarrow D_{SS} = 16,31 \text{ m} \leftrightarrow D_{DS} = 16,29 \text{ m},$$

koje dovode do razlike ukupnog volumena između pregrada br. 4 i 5 koje omeđuju skladište br.4 u iznosu 0,2% (što odgovara volumenu od 26 m³) a što možemo smatrati zanemarivim za ovu usporedbu. Na slici 6. dana je skica poprečnog presjeka skladišta br.4 SS i DS broda za koje je provedena usporedba volumena.



Slika 6. Skica poprečnog presjeka skladišta SS i DS broda

Tablica 9. Usporedba volumena skladišnog prostora br.4 SS i DS broda za rasuti teret istovjetnih značajki i forme

1	Volumen prostora, m^3	Referentni brod SS	Preliminarni projekt DS	Razlika prostora DD prema SS m^3	%
	Za pojedinačni prostor				
2	$V_{HOLD\ no.4}$	9334	9007	-327	-3,5
3	$V_{WING\ TANK\ no.4}$	794	771	-23	-2,8
4	$V_{DOUBLE\ SIDE\ no.4}$	0	583	+ 583	
5	$V_{DOUBLE\ BOTTOM\ no.4}$	1755	1548	-207	-11,8
6	$V_{KORISNO\ (2+3+5)}$	11883	11326	-557	-4,7
7	$\Sigma\ (2+3+4+5)$	23766	11909	26	0,2
	Ukupno				
8	$V_{HOLD\ no.4}$	9334	9007	-327	-3,5
9	$\Sigma V_{BALLAST\ no.4}$	2549	2319	-230	-9,0
	$\Sigma\ (8+9)$	11883	11326	-557	-4,7

Prostor dvoboka preliminarog projekta, veličine 583 m^3 , odnosno 4,9 % ukupnog volumena između pregrada 4 i 5 je prazan prostor.

U nastavku rada, točka 4.2.6, provjerena je uzdužna čvrstoća na presjeku glavnog rebra, što je omogućilo izračun mase poprečnog presjeka jedinične dužine kao i izračun mase cijelog trupa.

Ovdje su dani rezultati za usporedbu referentnog SS broda i preliminarно osnovanog DS broda.

Tablica 10. Usporedba masa praznog opremljenog SS i DS broda za rasuti teret istovjetnih značajki i forme trupa

Tip broda	Površina presjeka na glavnom rebru A_{PP}	Masa presjeka jedinične dužine	Masa praznog opremljenog broda W_{LS}	Povećanje mase DS broda u odnosu na SS brod ΔW_{LS}	Povećanje mase DS broda u odnosu na SS brod ΔW_{LS}
	m^2	t/m	t	%	t
referentni SS brod	3,89081	30.543	8442	0	0
osnovani DS brod	4,02605	31.604	8662	2,61	220

Zaključak

Brod s dvobokom ima manji volumen skladišta tereta kao i balastnih tankova. Gubitak skladišnog prostora DS broda iznosi 3,5% u odnosu na volumen skladišta br.4 referentnog SS broda, što preračunato na volumen skladišnog prostora cijelog broda iznosi 3,74% odnosno 2006 m^3 manje u odnosu na SS brod. Gubitak volumena značajan je kod ukrcaja laganih rasutih tereta (žitarica) ovisno o gustoći; manji je ukrcaj pšenice gustoće $0,76 \text{ t/m}^3$ za 1524 t odnosno suncokreta gustoće $0,53 \text{ t/m}^3$ za 1103 t. Utjecaj gubitka volumena nestaje kod ukrcaja tereta gustoće veće od $0,85 \text{ t/m}^3$.

Masa praznog opremljenog broda DS tipa, W_{LS} , veća je za 2,61% , odnosno 220 t u odnosu na referentni SS tip broda. Za taj iznos povećanja mase praznog opremljenog DS broda, uz identično nadvođe kao i SS tip broda, manja je korisna nosivost DS broda.

4.2.5. Kontrola trima i stabiliteta

Brod će za vrijeme korištenja ploviti u različitim režimima krcanja tereta i balasta. Za potrebe ovog proračuna provjerit će se pet stanja krcanja i to:

1. brod nakrcan homogenim teretom i 100% zaliha
2. brod nakrcan homogenim teretom i 10% zaliha
3. brod u balastu i 100% zaliha
4. brod u balastu i 10% zaliha
5. brod homogeno nakrcan teškim teretom i 100% zaliha
6. brod alternativno nakrcan teškim teretom i 100% zaliha

Ova stanja krcanja simuliraju situaciju isplavlivanja s teretom ili u balastu (stanje 1, 3, 5 i 6) i uplovljavanja u luku (stanje 2 i 4). Za svako navedeno stanje krcanja potrebno je načiniti:

- a) proračun centracije i plovnosti kojim određujemo istisninu, položaj težišta sustava i istisnine, gazove i trim,
- b) proračun stabiliteta kojim određujemo matacentarsku visinu i krivulju poluga statičkog stabiliteta, koju dobivamo pomoću S-krivulja za dobivenu istisninu pod a).

Svako od navedenih stanja mora zadovoljiti postojeće propise o minimalnim kriterijima statičkog stabiliteta (IMO-RESOLUTION A 167; IMO-RESOLUTION A 749):

A – površina ispod krivulje poluga do 30° ne smije biti manja od 0,055 m x rad

B – površina ispod krivulje do X ne smije biti manja od 0,09 m x rad

C – površina između 30° i X ne smije biti manja od 0,03 m x rad

X – vrijednost kuta od 40° ili svakog manjeg kuta pri kojem uranjaju otvori na trupu ili dijelovi konstrukcije nadgrađa (koji se nalaze ispod palube i ne mogu biti nepropusno zatvoreni)

E – poluga statičkog stabiliteta GZ može biti najmanje 0.20 m kod kuta nagibanja koji je jednak ili veći od 30°. Oduzimanje utjecaja slobodne površine biti će uključeno. Maksimalna poluga statičkog stabiliteta može se nalaziti iznad kuta nagibanja od 30°, ali nikako ne smije biti manja od 25°.

F – početna metacentarska visina GM ne smije biti manja od 0.15 m. Oduzimanje utjecaja slobodne površine biti će uključeno.

Perioda ljuljanja izračunat će se prema izrazu American Bureau of Shipping:

$$T_{\Phi} = \frac{2 \cdot C \cdot B}{\sqrt{M_0 G}} \quad (76)$$

$$C = 0,373 + 0,023 \cdot \frac{B}{T} - 0,043 \cdot \frac{L}{100} \quad (77)$$

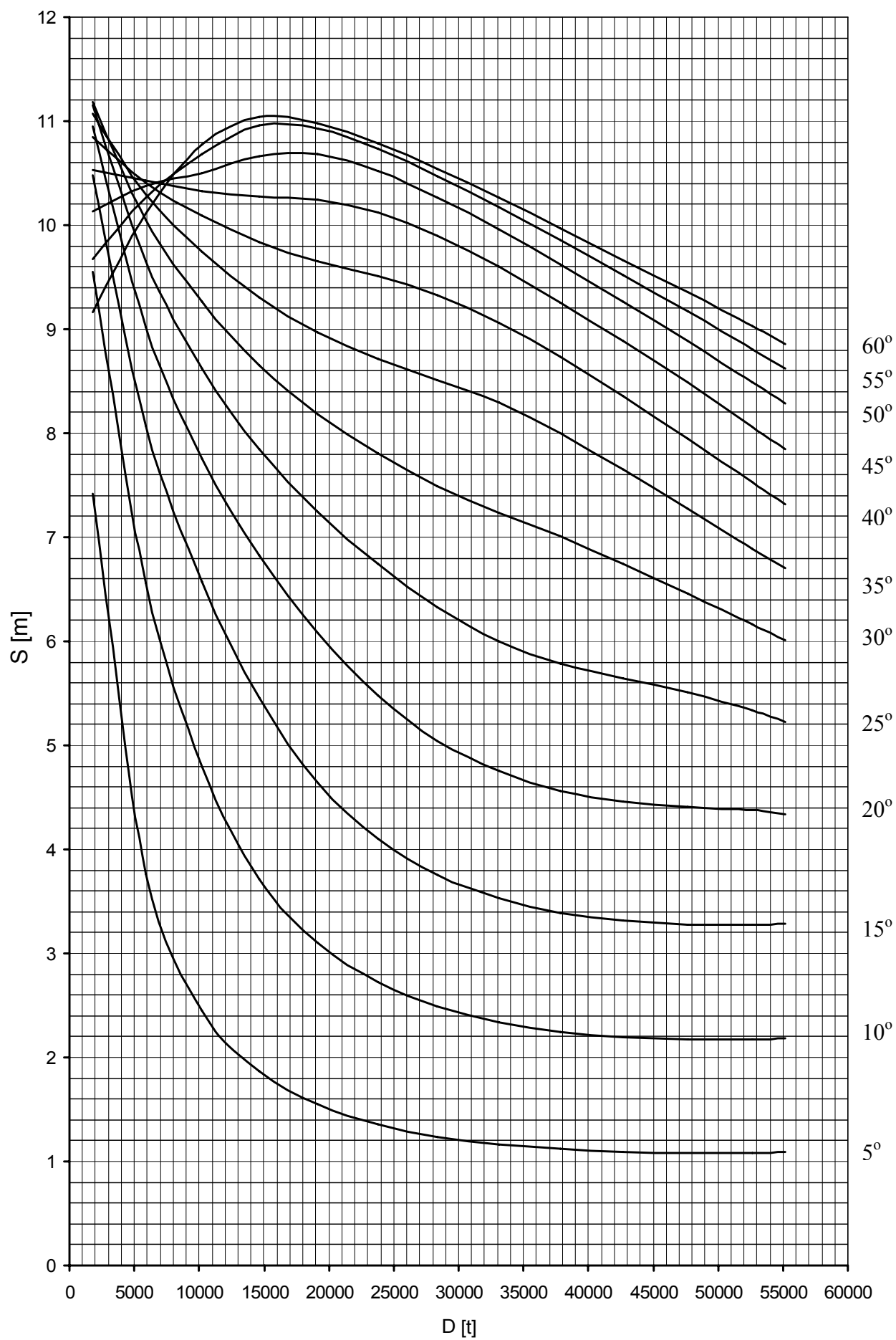
Prema [1] dobrom mjerom smatra se period ljuljanja koji nije bitno manji od 10 s.

Proračun volumena i težišta skladišta tereta, tankova balasta te tankova vode, goriva i ulja za podmazivanje proveden je programom GHS. Masa lakog broda izračunata je u poglavlju 4.2.3.

Vrijednosti X_F , Z_{MO} , M_1 i T određene su interpolacijom iz tablica hidrostatskih podataka, poglavlje 4.2.1. Pri tome oznaci X_F odgovara oznaka LCB u izlaznoj datoteci GHS, oznaci Z_{MO} odgovara oznaka KMT, oznaci M_1 odgovara oznaka Moment/ Deg trim.

Vrijednosti poluge stabiliteta za pojedino stanje krcanja biti će očitane iz S – krivulja prikazanim u dijagramu 3. na slijedećoj stranici.

Dijagram 6. S - krivulje



1. Stanje krcanja

Tablica 11. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha

	1	2	3	4	5	6	7
Prostor	Gustoća tereta [t/m ³]	Volumen [m ³]	Masa [t]	Položaj težišta po visini od osnovice Z _G [m]	3 x 4 Moment M _Z [tm]	Položaj težišta od AP po dužini X _G [m]	3 x 6 Moment M _X [tm]
brod							
prazan opremljen brod			8442	8,67	73192	84,9	716726
skladišta tereta							
skladište 1	0,76	6116	4648	9,09	42252	160,9	747889
skladište 1	0,76	8425	6403	8,8	56346	138	883614
skladište 3	0,76	8726	6632	8,8	58359	114,1	756684
skladište 4	0,76	8742	6644	8,83	58666	90,2	599282
skladište 5	0,76	8742	6644	8,83	58666	66,2	439828
skladište 6	0,76	7936	6031	9,2	55489	42,54	256574
ukupno tereta			37002		329778		3683870
zalihe							
HFO	0,99	1539,5	1524	8,25	12701	25,1	38255
MDO	0,9	317,5	286	9,57	3038	17,1	4886
LO	0,9	184,4	166	14,5	2674	6	996
FW	1	243,5	244	14,65	3567	4,34	1057
ukupno zaliha			2219		21980		45194
sveukupno			47663		424950		4445789

Izračunato

Položaj težišta sistema po duljini: $X_G = 93,27$ m

Položaj težišta sistema po visini: $Z_G = 8,92$ m

Očitano

Položaj težišta istisnine po duljini: $X_F = 94,99$ m

Položaj metacentra: $Z_{M0} = 12,41$ m

Jedinični moment trima: $M_I = 195\,989$ tm/m

Gaz broda: $T = 10.49$ m

Metacentarska visina: $M_0G = Z_{M0} - Z_G = 3,49$ m

Moment trima:
(- pretega broda, + zatega broda) $M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = 80\,912$ tm

Trim broda: $t = M_t / M_I = 0,413$ m

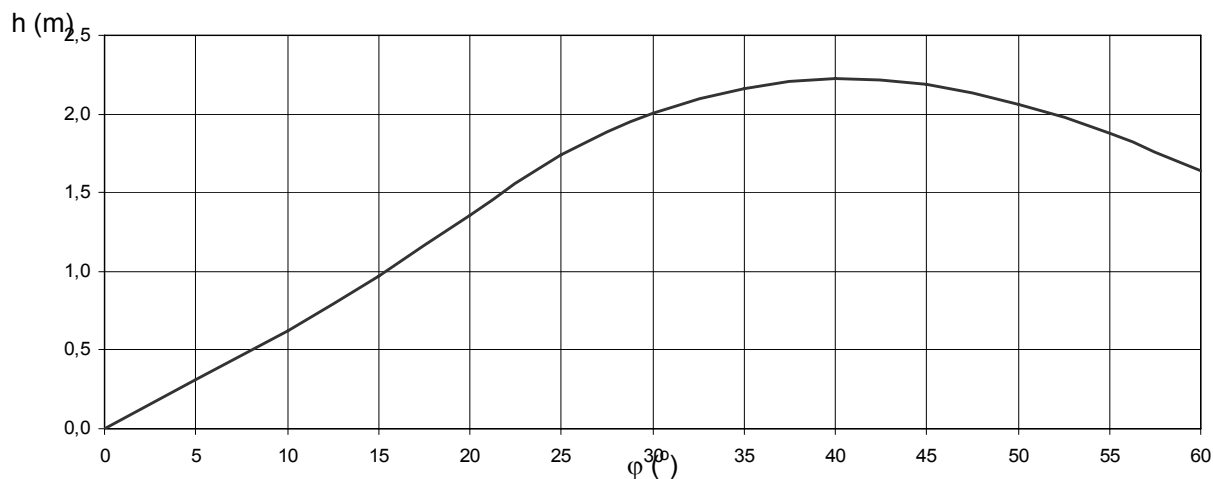
Gaz broda na pramcu: $T_p = 10,077$ m

Gaz broda na krmi: $T_k = 10,903$ m

Pomoću podataka iz dijagrama S-krivulja i koristeći izraz $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$ ($S \equiv KN$) računaju se ordinate poluge stabiliteta:

φ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN (m)	0	1,09	2,18	3,28	4,40	5,51	6,46	7,28	7,96	8,49	8,89	9,18	9,36
h (m)	0	0,308	0,627	0,972	1,355	1,743	2,005	2,163	2,227	2,186	2,060	1,874	1,635

Dijagram 7. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 100% zaliha



Provjera stabiliteta:

- A = 0,52 m x rad (min 0,055)
- B = 0,90 m x rad (min 0,090)
- C = 0,54 m x rad (min 0,030)
- E = 2,23 m za $\varphi = 40^\circ$ (min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$)

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuljanja:

$$T_\Phi = 11,49 \text{ s}$$

2. Stanje krcanja

Tablica 12. Centracija broda nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha

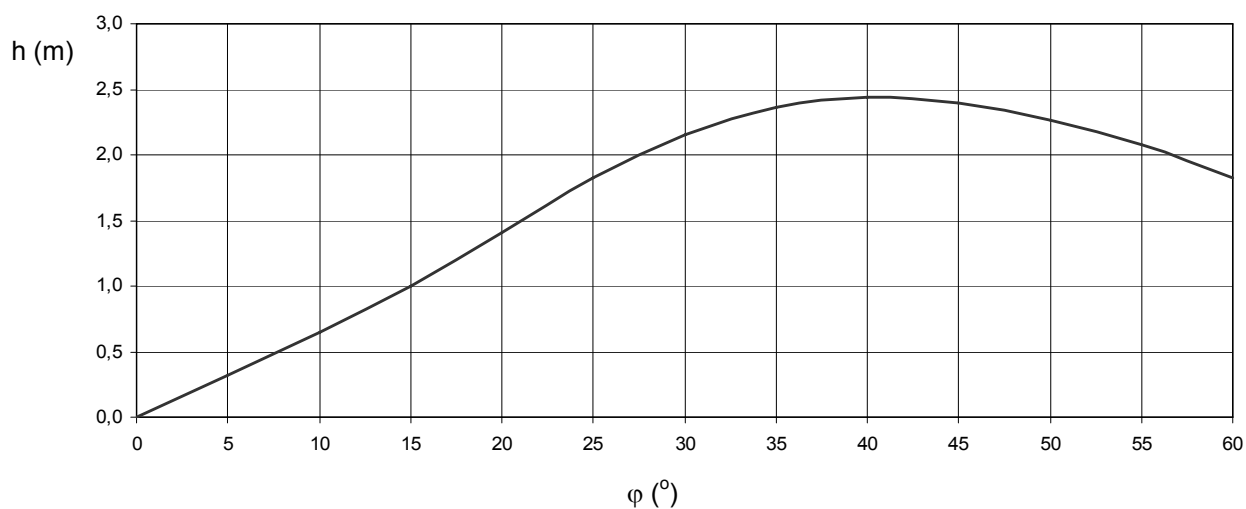
Prostor	1 Gustoća tereta [t/m ³]	2 Volumen [m ³]	3 Masa [t]	4 Položaj težišta po visini od osnovice Z _G [m]	5 3 x 4 Moment M _Z [tm]	6 Položaj težišta od AP po dužini X _G [m]	7 3 x 6 Moment M _X [tm]
brod							
prazan opremljen brod			8442	8,67	73192	84,9	716726
skladišta tereta							
skladište 1	0,76	6116	4648	9,09	42252	160,9	747889
skladište 1	0,76	8425	6403	8,8	56346	138	883614
skladište 3	0,76	8726	6632	8,8	58359	114,1	756684
skladište 4	0,76	8742	6644	8,83	58666	90,2	599282
skladište 5	0,76	8742	6644	8,83	58666	66,2	439828
skladište 6	0,76	7936	6031	9,2	55489	42,54	256574
ukupno tereta			37002		329778		3683870
zalihe							
HFO	0,99	161,4	160	2,95	471	25,8	4122
MDO	0,9	33,3	30	4,9	147	17,56	526
LO	0,9	19,4	17	13,07	228	6	105
FW	1	26,1	26	4,5	118	13,12	343
ukupno zaliha			233		964		5095
sveukupno			45677		403934		4405691

*Izračunato*Položaj težišta sistema po duljini: $X_G = 96,45$ mPoložaj težišta sistema po visini: $Z_G = 8,84$ m*Očitano*Položaj težišta istisnine po duljini: $X_F = 95,17$ mPoložaj metacentra: $Z_{M0} = 12,46$ mJedinični moment trima: $M_I = 191\,782$ tm/mGaz broda: $T = 10,09$ mMetacentarska visina: $M_0G = Z_{M0} - Z_G = 3,62$ mMoment trima:
(- pretega broda, + zatega broda) $M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -59\,431$ tmTrim broda: $t = M_t / M_I = -0,31$ mGaz broda na pramcu: $T_p = 10,4$ mGaz broda na krmi: $T_k = 9,78$ m

Pomoću podataka iz dijagrama S-krivulja i koristeći izraz $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$ ($S \equiv KN$) računaju se ordinate poluge stabiliteta:

φ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN (m)	0	1,09	2,18	3,29	4,43	5,56	6,58	7,43	8,12	8,65	9,04	9,32	9,48
h (m)	0	0,318	0,648	1,004	1,402	1,826	2,156	2,358	2,436	2,398	2,269	2,072	1,824

Dijagram 8. Poluga stabiliteta za brod nakrcanog homogenim teretom i 10% zaliha



Provjera stabiliteta:

- A = 0,55 m x rad (min 0,055)
- B = 0,95 m x rad (min 0,090)
- C = 0,58 m x rad (min 0,030)
- E = 2,436 m za $\varphi = 40^\circ$ (min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$)

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuľjanja:

$$T_\Phi = 11,2 \text{ s}$$

3. Stanje krcanja

Tablica 13. Centracija broda u balastu i 100% zaliha

Prostor	1 Gustoća tereta [t/m ³]	2 Volumen [m ³]	3 Masa [t]	4 Položaj težišta po visini od osnovice Z_G [m]	5 3 x 4 Moment M_Z [tm]	6 Položaj težišta od AP po dužini X_G [m]	7 3 x 6 Moment M_X [tm]
brod							
prazan opremljen brod			8442	8,67	73192	84,9	716726
zalihe							
HFO	0,99	1539,5	1524,1	8,25	12574	25,1	38255
MDO	0,9	317,5	285,7	9,57	2734	17,1	4886
LO	0,9	184,4	166,0	14,5	2406	6	996
FW	1	243,5	243,5	14,65	3567	4,34	1057
ukupno zaliha			2219,3		21282		45194
tankovi balasta							
pramčani tank	1,025	1029	1054,7	6,67	7035	178,053	187797
wing tank 1	1,025	409	419,2	15,27	6402	161,5	67705
wing tank 2	1,025	675	691,9	14,97	10357	138,2	95617
wing tank 3	1,025	675	691,9	14,97	10357	114,2	79012
wing tank 4	1,025	675	691,9	14,97	10357	90,2	62407
wing tank 5	1,025	675	691,9	14,97	10357	66,2	45802
wing tank 6	1,025	675	691,9	14,97	10357	42,2	29197
dbl. Bottom tank 1	1,025	920	943,0	1,32	1245	161,2	152012
dbl. Bottom tank 2	1,025	1324	1357,1	1,26	1710	137,6	186737
dbl. Bottom tank 3	1,025	1506	1543,7	1,27	1960	114,097	176126
dbl. Bottom tank 4	1,025	1523	1561,1	1,26	1967	90,2	140809
dbl. Bottom tank 5	1,025	1512	1549,8	1,27	1968	66,268	102702
dbl. Bottom tank 6	1,025	1377	1411,4	1,42	2004	42,98	60663
krmeni tank	1,025	524	537,1	10,89	5849	3,37	1810
skladište 3	0,76	8726	6631,8	8,8	58359	114,1	756684
ukupno balasta			20468		140286		2145080
sveukupno			31130		234761		2906999

Izračunato

Položaj težišta sistema po duljini:

$$X_G = 93,38 \text{ m}$$

Položaj težišta sistema po visini:

$$Z_G = 7,54$$

Očitano

Položaj težišta istisnine po duljini:

$$X_F = 96,08 \text{ m}$$

Položaj metacentra:

$$Z_{M0} = 13,96 \text{ m}$$

Jedinični moment trima:

$$M_I = 165\,852 \text{ tm/m}$$

Gaz broda:

$$T = 7,06 \text{ m}$$

Metacentarska visina:

$$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 6,42 \text{ m}$$

Moment trima:

$$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -82\,988 \text{ tm}$$

(- pretega broda, + zatega broda)

Trim broda:

$$t = M_t / M_l = -0,50 \text{ m}$$

Gaz broda na pramcu:

$$T_p = 6,56 \text{ m}$$

Gaz broda na krmi:

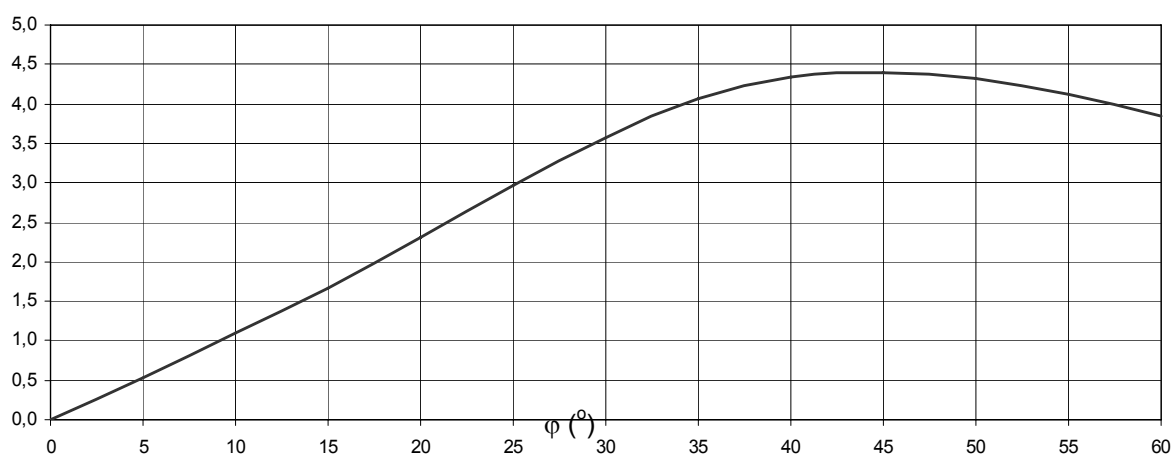
$$T_k = 7,56 \text{ m}$$

Pomoću podataka iz dijagrama S-krivulja i koristeći izraz $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$ ($S \equiv KN$) računaju se ordinate poluge stabiliteta:

φ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN (m)	0	1,20	2,40	3,63	4,88	6,14	7,34	8,39	9,18	9,73	10,09	10,30	10,38
h (m)	0	0,539	1,092	1,675	2,301	2,958	3,575	4,066	4,332	4,397	4,318	4,129	3,854

Dijagram 9. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 100% zaliha

h (m)



Provjera stabiliteta:

$$A = 0,90 \text{ m} \times \text{rad} \quad (\text{min } 0,055)$$

$$B = 1,60 \text{ m} \times \text{rad} \quad (\text{min } 0,090)$$

$$C = 0,98 \text{ m} \times \text{rad} \quad (\text{min } 0,030)$$

$$E = 4,397 \text{ m za } \varphi = 45^\circ \quad (\text{min } 0,20 \text{ za } \varphi \geq 30^\circ)$$

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuľanja:

$$T_\Phi = 8,4 \text{ s}$$

4. Stanje krcanja

Tablica 14. Centracija broda u balastu i 10% zaliha

Prostor	1 Gustoća tereta [t/m ³]	2 Volumen [m ³]	3 Masa [t]	4 Položaj težišta po visini od osnovice Z_G [m]	5 3 x 4 Moment M_Z [tm]	6 Položaj težišta od AP po dužini X_G [m]	7 3 x 6 Moment M_X [tm]
brod							
prazan opremljen brod			8442	8,67	73192	84,9	716726
zalihe							
HFO	0,99	161,4	159,8	2,95	471	25,8	4122
MDO	0,9	33,3	30,0	4,9	147	17,56	526
LO	0,9	19,4	17,5	13,07	228	6	105
FW	1	26,1	26,1	4,5	118	13,12	343
ukupno zaliha			233,3		964		5095
tankovi balasta							
pramčani tank	1,025	1029	1054,7	6,67	7035	178,053	187797
wing tank 1	1,025	409	419,2	15,27	6402	161,5	67705
wing tank 2	1,025	675	691,9	14,97	10357	138,2	95617
wing tank 3	1,025	675	691,9	14,97	10357	114,2	79012
wing tank 4	1,025	675	691,9	14,97	10357	90,2	62407
wing tank 5	1,025	675	691,9	14,97	10357	66,2	45802
wing tank 6	1,025	675	691,9	14,97	10357	42,2	29197
dbl. Bottom tank 1	1,025	920	943,0	1,32	1245	161,2	152012
dbl. Bottom tank 2	1,025	1324	1357,1	1,26	1710	137,6	186737
dbl. Bottom tank 3	1,025	1506	1543,7	1,27	1960	114,097	176126
dbl. Bottom tank 4	1,025	1523	1561,1	1,26	1967	90,2	140809
dbl. Bottom tank 5	1,025	1512	1549,8	1,27	1968	66,268	102702
dbl. Bottom tank 6	1,025	1377	1411,4	1,42	2004	42,98	60663
krmeni tank	1,025	524	537,1	10,89	5849	3,37	1810
skladište 3	0,76	8726	6631,8	8,8	58359	114,1	756684
ukupno balasta			20468		140286		2145080
sveukupno			29144		214443		2866901

*Izračunato*Položaj težišta sistema po duljini: $X_G = 98.37$ mPoložaj težišta sistema po visini: $Z_G = 7,36$ *Očitano*Položaj težišta istisnine po duljini: $X_F = 96,15$ mPoložaj metacentra: $Z_{M0} = 14,05$ mJedinični moment trima: $M_I = 163\,717$ tm/mGaz broda: $T = 6,64$ m

Metacentarska visina:

$$M_0G = Z_{M0} - Z_G = 6,70 \text{ m}$$

Moment trima:

(- pretega broda, + zatega broda)

$$M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -65\,692 \text{ tm}$$

Trim broda:

$$t = M_t / M_1 = -0,4 \text{ m}$$

Gaz broda na pramcu:

$$T_p = 7,04 \text{ m}$$

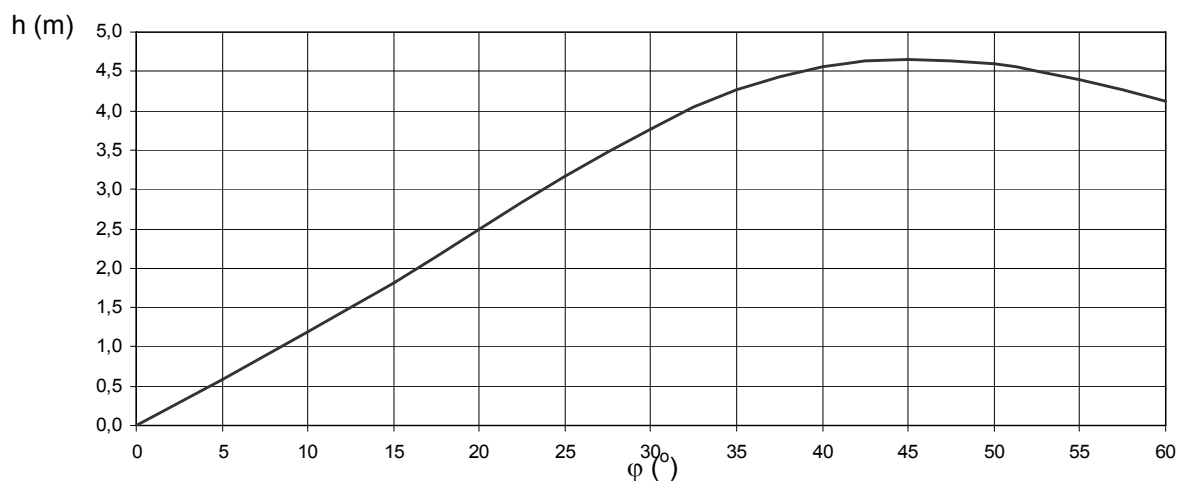
Gaz broda na krmi:

$$T_k = 6,23 \text{ m}$$

Pomoću podataka iz dijagrama S-krivulja i koristeći izraz $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$ ($S \equiv KN$) računaju se ordinate poluge stabiliteta:

φ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN (m)	0	1,23	2,46	3,72	5,00	6,28	7,45	8,48	9,29	9,85	10,22	10,43	10,50
h (m)	0	0,586	1,188	1,819	2,488	3,173	3,778	4,262	4,561	4,653	4,588	4,405	4,129

Dijagram 10. Poluga stabiliteta za brod u balastu i 10% zaliha



Provjera stabiliteta:

$$A = 0,97 \text{ m} \times \text{rad} \quad (\text{min } 0,055)$$

$$B = 1,71 \text{ m} \times \text{rad} \quad (\text{min } 0,090)$$

$$C = 1,04 \text{ m} \times \text{rad} \quad (\text{min } 0,030)$$

$$E = 4,65 \text{ m za } \varphi = 45^\circ \quad (\text{min } 0,20 \text{ za } \varphi \geq 30^\circ)$$

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuľjanja:

$$T_\Phi = 8,2 \text{ s}$$

5. Stanje krcanja

Tablica 15. Centracija broda homogeno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha

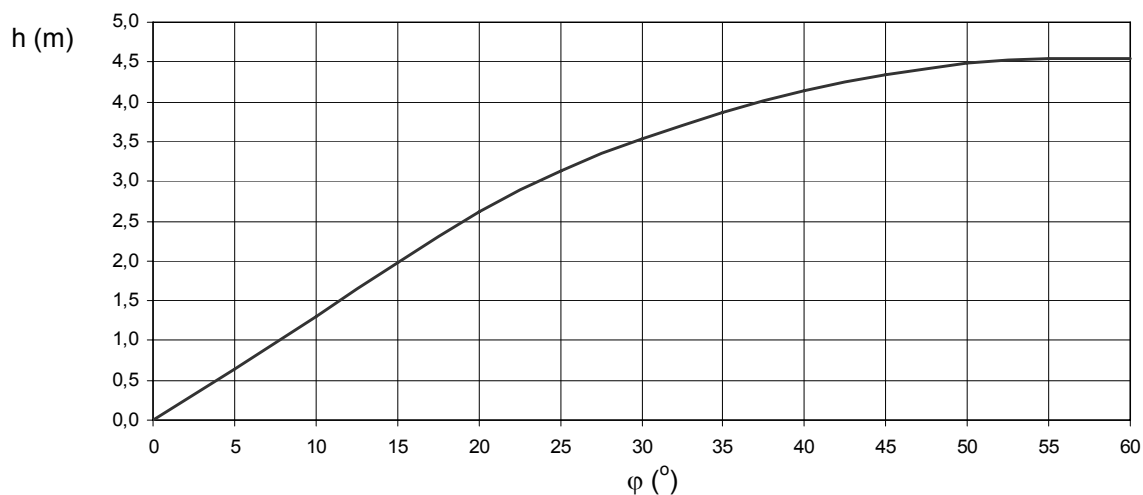
Prostor	1 Gustoća tereta [t/m ³]	2 Volumen [m ³]	3 Masa [t]	4 Položaj težišta po visini od osnovice Z _G [m]	5 3 x 4 Moment M _Z [tm]	6 Položaj težišta od AP po dužini X _G [m]	7 3 x 6 Moment M _X [tm]
brod							
prazan opremljen brod			8442	8,67	73192	84,9	716726
skladišta tereta							
skladište 1	3	1835	5504	4,29	23614	160,6	884007
skladište 1	3	2528	7583	3,97	30103	138,1	1047143
skladište 3	3	2618	7853	4	31414	114,2	896858
skladište 4	3	2623	7868	4	31471	90,2	709676
skladište 5	3	2623	7868	4	31471	66,2	520848
skladište 6	3	2381	7142	4,477	31977	42,99	307052
ukupno tereta			43818		180049		4365584
zalihe							
HFO	0,99	1539,5	1524	8,25	12701	25,1	38255
MDO	0,9	317,5	286	9,57	3038	17,1	4886
LO	0,9	184,4	166	14,5	2674	6	996
FW	1	243,5	244	14,65	3567	4,34	1057
ukupno zaliha			2219		21980		45194
sveukupno			54480		275221		5127503

*Izračunato*Položaj težišta sistema po duljini: $X_G = 94,12$ mPoložaj težišta sistema po visini: $Z_G = 5,05$ m*Očitano*Položaj težišta istisnine po duljini: $X_F = 94,32$ mPoložaj metacentra: $Z_{M0} = 12,44$ mJedinični moment trima: $M_l = 209\,975$ tm/mGaz broda: $T = 11,84$ mMetacentarska visina: $M_0G = Z_{M0} - Z_G = 7,39$ mMoment trima:
(- pretega broda, + zatega broda) $M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -10\,222$ tmTrim broda: $t = M_t / M_l = 0,049$ mGaz broda na pramcu: $T_p = 11,791$ mGaz broda na krmi: $T_k = 11,889$ m

Pomoću podataka iz dijagrama S-krivulja i koristeći izraz $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$ ($S \equiv KN$) računaju se ordinate poluge stabiliteta:

φ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN (m)	0	1,09	2,18	3,28	4,35	5,26	6,06	6,76	7,38	7,92	8,35	8,68	8,91
h (m)	0	0,647	1,303	1,974	2,622	3,130	3,534	3,868	4,140	4,347	4,481	4,544	4,544

Dijagram 11. Poluga stabiliteta za brod homogeno nakrcanim teškim teretom i 100% zaliha



Provjera stabiliteta:

$A = 1,00 \text{ m} \times \text{rad}$ (min 0,055)
 $B = 1,67 \text{ m} \times \text{rad}$ (min 0,090)
 $C = 0,96 \text{ m} \times \text{rad}$ (min 0,030)
 $E = 4,54 \text{ m}$ za $\varphi = 55^\circ$ (min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$)

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuljanja:

$T_\Phi = 7,8 \text{ s}$

6. Stanje krcanja

Tablica 16. Centracija broda alternativno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha

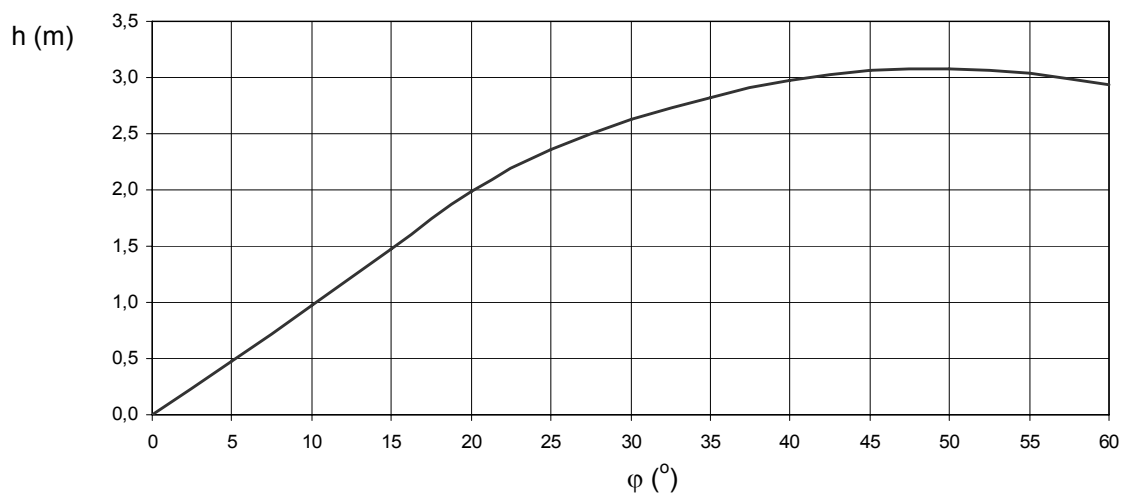
Prostor	1 Gustoća tereta [t/m ³]	2 Volumen [m ³]	3 Masa [t]	4 Položaj težišta po visini od osnovice Z _G [m]	5 3 x 4 Moment M _Z [tm]	6 Položaj težišta od AP po dužini X _G [m]	7 3 x 6 Moment M _X [tm]
brod							
prazan opremljen brod			8442	8,67	73192	84,9	716726
skladišta tereta							
skladište 1	3	3731	11192	6,64	74317	160,8	1799719
skladište 1	0	5139	0	6,36	0	136,1	0
skladište 3	3	5323	15969	6,4	102199	114,2	1823612
skladište 4	0	5333	0	6,4	0	90,2	0
skladište 5	3	5333	15998	6,4	102386	66,2	1059058
skladište 6	0	4841	0	6,9	0	42,7	0
ukupno tereta			43159		278902		4682389
zalihe							
HFO	0,99	1539,5	1524	8,25	12701	25,1	38255
MDO	0,9	317,5	286	9,57	3038	17,1	4886
LO	0,9	184,4	166	14,5	2674	6	996
FW	1	243,5	244	14,65	3567	4,34	1057
ukupno zaliha			2219		21980		45194
sveukupno			53820		374074		5444308

*Izračunato*Položaj težišta sistema po duljini: $X_G = 101,16$ mPoložaj težišta sistema po visini: $Z_G = 6,95$ m*Očitano*Položaj težišta istisnine po duljini: $X_F = 94,38$ mPoložaj metacentra: $Z_{M0} = 12,43$ mJedinični moment trima: $M_I = 208\,691$ tm/mGaz broda: $T = 11,71$ mMetacentarska visina: $M_0G = Z_{M0} - Z_G = 5,48$ mMoment trima:
(- pretega broda, + zatega broda) $M_t = \Delta \cdot (X_F - X_G) = -365\,570$ tmTrim broda: $t = M_t / M_I = -1,75$ mGaz broda na pramcu: $T_p = 13,46$ mGaz broda na krmi: $T_k = 9,95$ m

Pomoću podataka iz dijagrama S-krivulja i koristeći izraz $h = KN - Z_G \cdot \sin \varphi$ ($S \equiv KN$) računaju se ordinate poluge stabiliteta:

φ (°)	0	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
KN (m)	0	1,09	2,18	3,28	4,36	5,29	6,10	6,81	7,44	7,97	8,40	8,73	8,96
h (m)	0	0,481	0,971	1,480	1,982	2,353	2,623	2,826	2,973	3,059	3,078	3,035	2,940

Dijagram 12. Poluga stabiliteta za brod alternativno nakrcanog teškim teretom i 100% zaliha



Provjera stabiliteta:

- $A = 0,75 \text{ m} \times \text{rad}$ (min 0,055)
 $B = 1,24 \text{ m} \times \text{rad}$ (min 0,090)
 $C = 0,71 \text{ m} \times \text{rad}$ (min 0,030)
 $E = 3,07 \text{ m}$ za $\varphi = 50^\circ$ (min 0,20 za $\varphi \geq 30^\circ$)

Minimalni kriterij statičkog stabiliteta je zadovoljen.

Provjera periode ljuľanja:

$$T_\Phi = 9,1 \text{ s}$$

Zaključak

Brod osnovan temeljem regresijskih jednažbi zadovoljio je provjeru prostornosti i stabiliteta. Izračunate periode ljuľanja za pojedina stanja krcanja nešto kraće od 10 s (što se uzima kao dobra mjera periode ljuľanja) a to potvrđuje da je plovidba ovim tipom broda neudobna.

4.2.6. Provjera čvrstoće

a) Proračun zahtjevanih momenata otpora i savijanja

Za potrebe proračuna korišteni su izrazi iz:

*IASC, Common Structural Rules for Bulk Carriers
Rules, Januari 2006. Corrigenda 1 and 2 incorporated.*

Proračunski vertikalni moment savijanja na valovima (pregib i progib) – *CSR, Chapter 4, Sec. 3, [3.1.1]*:

- pregib:

$$M_{WV,H} = 190 \cdot F_M \cdot f_p \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot C_B \cdot 10^{-3} = 190 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 9,435 \cdot 180^2 \cdot 30,0 \cdot 0,815 \cdot 10^{-3} \\ = 1420101 \text{ kNm}$$

- progib:

$$M_{WV,S} = 110 \cdot F_M \cdot f_p \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0,7) \cdot 10^{-3} = 110 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 9,435 \cdot 180^2 \cdot 30,0 \cdot (0,815 + 0,7) \cdot 10^{-3} \\ = 1528317 \text{ kNm}$$

gdje je:

f_p – koeficijent primjeren razini vjerojatnosti, za čvrstoću procijenjenu prema razini vjerojatnosti iznosa 10^{-8} , iznosi 1

F_m – faktor distribucije momenta, iznosi 1

C – valni parametar

$$C = 10,75 - \left(\frac{300 - L}{100} \right)^{1,5} = 10,75 - \left(\frac{300 - 180}{100} \right)^{1,5} = 9,435$$

Proračunski vertikalni moment savijanja na mirnoj vodi (pregib i progib) – *CSR, Chapter 4, Sec. 3, [2.2]*:

- pregib:

$$M_{SW,H} = 175 \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0,7) \cdot 10^{-3} - M_{WV,H} \\ = 175 \cdot 9,435 \cdot 180^2 \cdot 30,0 \cdot (0,815 + 0,7) \cdot 10^{-3} - 1420101 \\ = 1011312 \text{ kNm}$$

- progib:

$$M_{SW,S} = 175 \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0,7) \cdot 10^{-3} - M_{WV,S} \\ = 175 \cdot 9,435 \cdot 180^2 \cdot 30,0 \cdot (0,815 + 0,7) \cdot 10^{-3} - 1528317 \\ = 903096 \text{ kNm}$$

Zahtijevani moment otpora poprečnog presjeka na glavnom rebru - *CSR, Chapter 5, Sec. 1, [4.2.1]*:

$$Z_{R,MIN} = 0,9 \cdot C \cdot L^2 \cdot B \cdot (C_B + 0,7) \cdot k \cdot 10^{-6} \\ = 0,9 \cdot 9,435 \cdot 180^2 \cdot 30,0 \cdot (0,815 + 0,7) \cdot 0,78 \cdot 10^{-6} \\ = 9,753 \text{ m}^3$$

gdje je:

k – faktor materijala, za brodograđevni čelik naprezanja na granici tečenja 315 N/mm², iznosi 0,78

Normalna naprezanja pobuđena vertikalnim momentom savijanja, *CSR, Chapter 5, Sec. 1, [2.1.2]*

- na dnu:

$$\sigma_1 = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{Z_{AB}} \cdot 10^{-3} = \frac{1528317 + 903096}{24,434} \cdot 10^{-3} = 99,5 \text{ N/mm}^2$$

- na palubi:

$$\sigma_1 = \frac{M_{SW} + M_{WV}}{Z_{AD}} \cdot 10^{-3} = \frac{1528317 + 903096}{16,00} \cdot 10^{-3} = 127,9 \text{ N/mm}^2$$

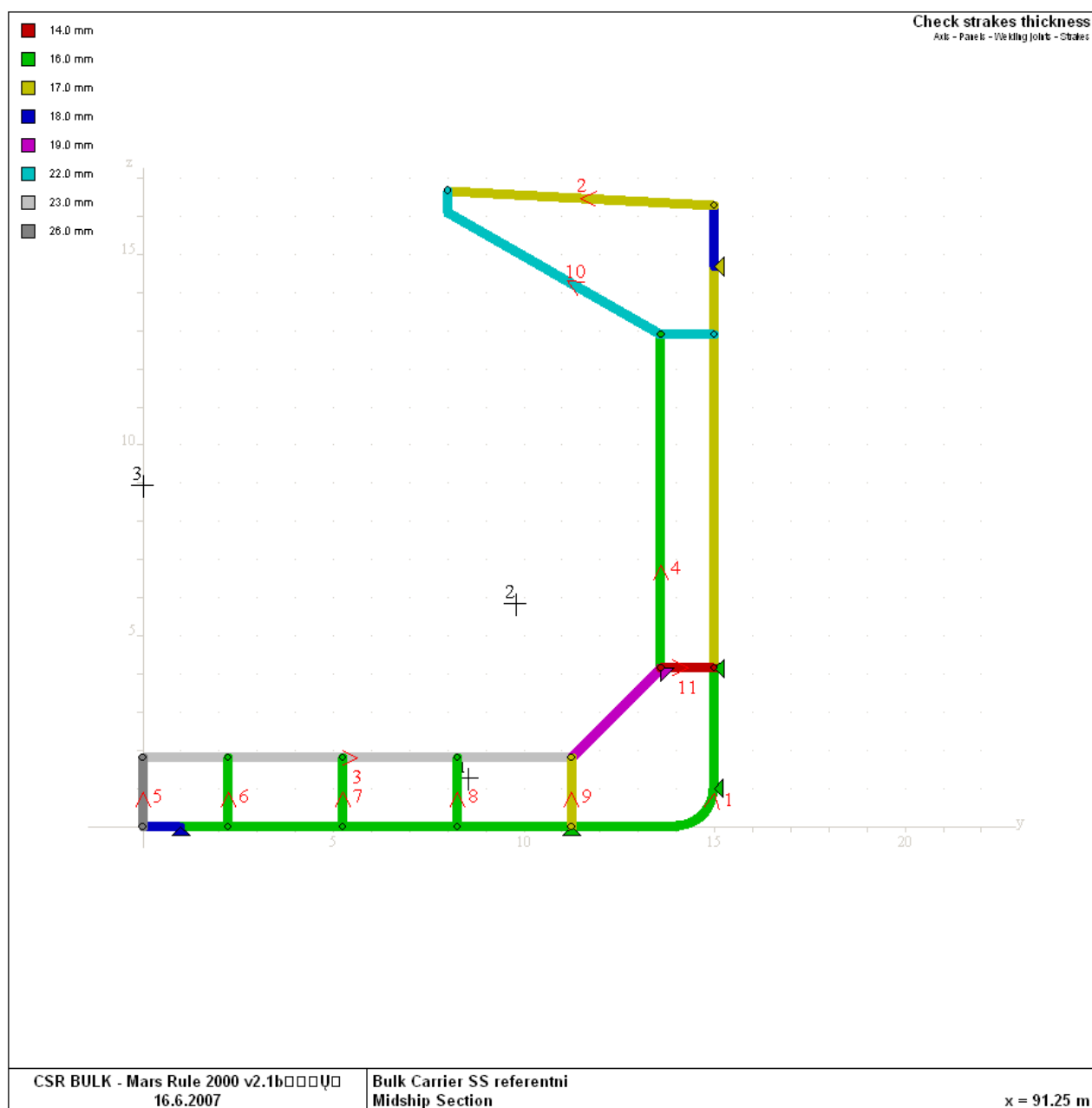
Vrijednosti momenta otpora poprečnog presjeka za dno i palubi izračunate su programom *MARS 2000* i iznose:

za dno: $Z_{AB} = 24,434 \text{ m}^3$

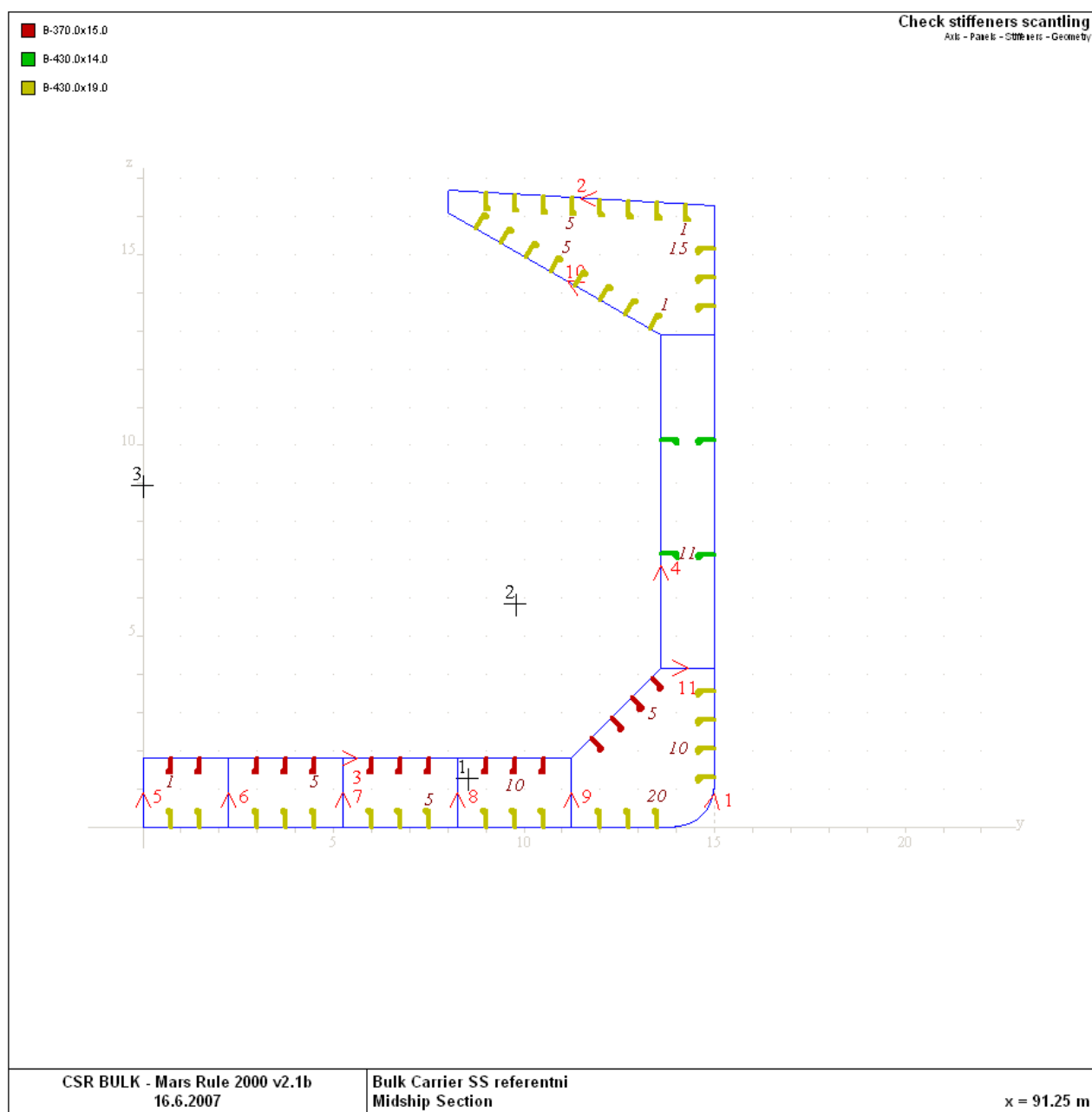
za palubu: $Z_{AD} = 16,00 \text{ m}^3$

b) Provjera čvrstoće uzdužnih elemenata konstrukcije

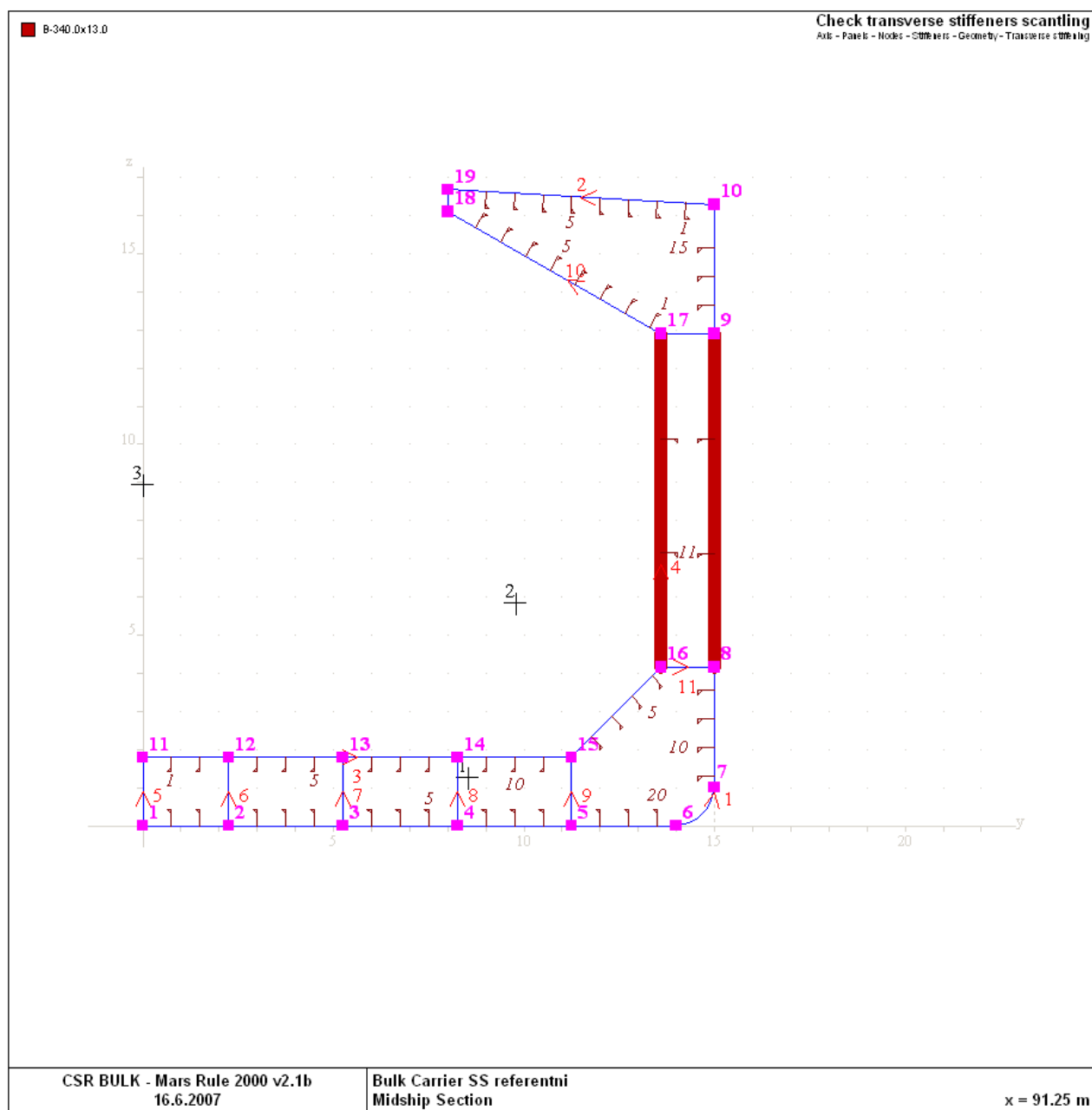
Provjera čvrstoće uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra izvedena je pomoću programskog paketa *MARS 2000, Bureau Veritas, V2.1b, CSR for Bulk Carriers*. U programu su sadržana zajednička strukturna pravila za gradnju brodova za rasuti teret definirana od IASC-a. U programu je modelirana konstrukcija na presjeku glavnog rebra sa svim elementima za provjeru uzdužne i lokalne čvrstoće. Na slikama u nastavku vidljive su debljine vojeva, dimenzije uzdužnjaka i rebara u prostoru dvoboka.



Slika 7. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra broda s dvobokom



Slika 8. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra broda s dvobokom



Slika 9. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra

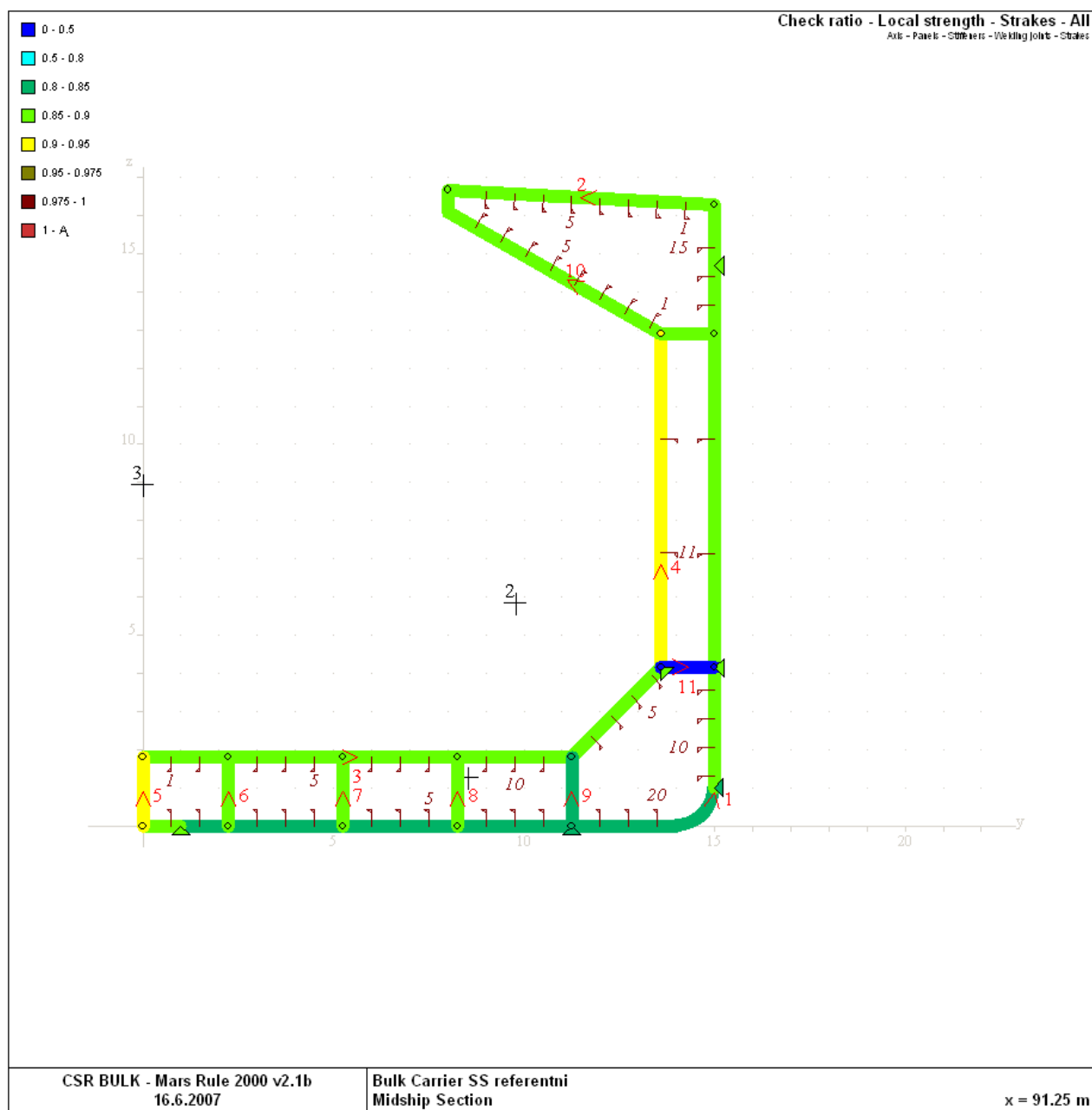
Iz programa *MARS 2000* dobiveni su podaci potrebni za kontrolu uzdužne čvrstoće i proračun mase trupa.:

$A_{pp} = 3,99582 \text{ m}^2$	ukupna površina poprečnog presjeka,
$z_{NL} = 6,434$	udaljenost neutralne linije,
$Z_{AB} = 24,434 \text{ m}^3$	moment otpora poprečnog presjeka za dno,
$Z_{AD} = 16,00 \text{ m}^3$	moment otpora poprečnog presjeka za palubu.

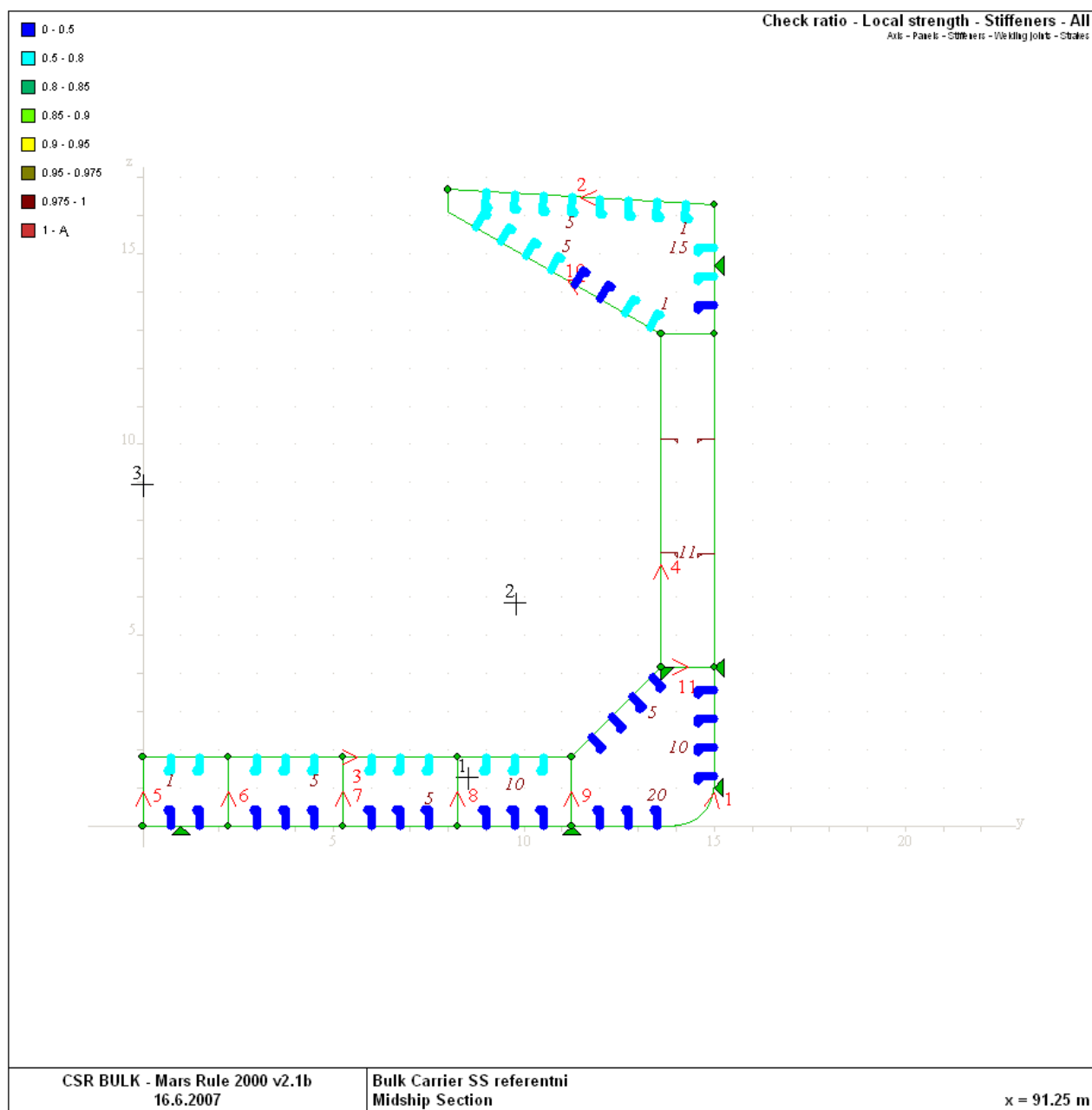
Za potrebe kontrole uzdužne i lokalne čvrstoće u program su unesene vrijednosti momenata savijanja određene u točki 4.2.6.-a). Kontrola lokalne čvrstoće provedena je definiranjem karakterističnih stanja opterećenja brodske strukture od strane korisnika programa; stanje balasta, stanje homogenog i alternativnog stanja krcanja teškog tereta, kao i provjera po parametrima koji su definirani pravilima Registra i sadržani u programu.

Izračunate vrijednosti program prikazuje u numeričkom i grafičkom obliku. Radi lakše kontrole u nastavku je dan grafički prikaz rezultata gdje je bojama označen omjer stvarnih i dozvoljenih naprezanja u određenim rasponima:

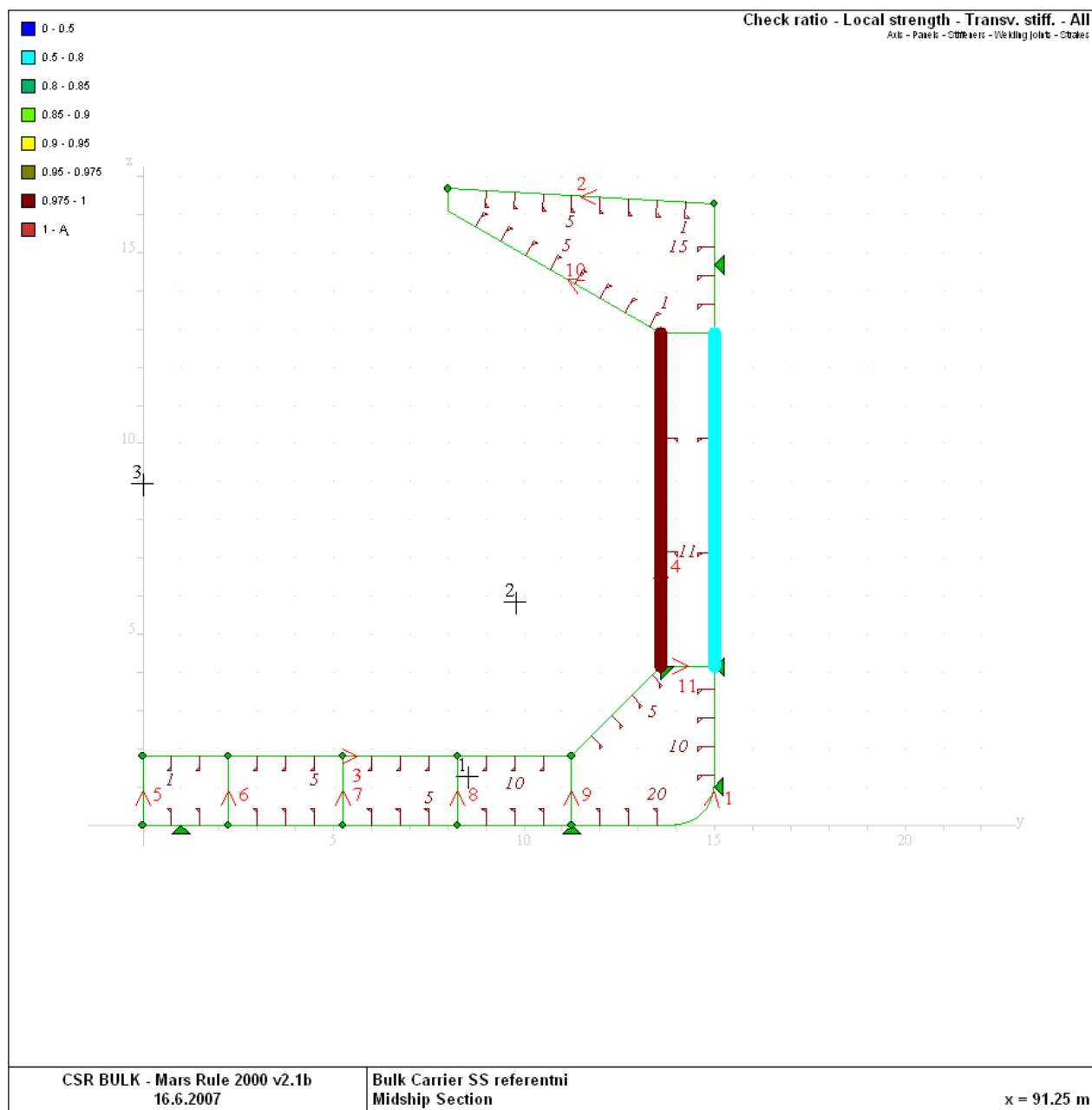
- $0 \div 0,5$ predimenzionirano
- $0,5 \div 0,8$
- $0,8 \div 0,85$
- $0,85 \div 0,9$ } optimalno područje
- $0,9 \div 0,95$
- $0,95 \div 0,975$
- $0,975 \div 1$
- $1 \div \infty$ ne zadovoljava



Slika 10. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru



Slika 11. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru



Slika 12. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebra

Provjera konstrukcije na presjeku glavnog rebra na zahtjeve uzdužne i lokalne čvrstoće temeljem zadanih stanja opterećenja kao i provjera parametrima prema zajedničkim strukturnim pravilima (CSR) definiranim od IASC, a koja su sadržana u programu, pokazuje kako ista ispunjava tražene uvjete.

Rezultati proračuna programom *MARS* ukazuju na mogućnost optimalizacije strukture - uzdužnjaka dna i balastnih tankova kao i poprečnih ukrepa dvoboka – smanjenje presjeka tih konstruktivnih elemenata, što će rezultirati smanjenjem mase poprečnog presjeka a time i mase trupa broda.

4.3. Tehnički opis

Opći opis

Brod duge plovidbe (plovidba svim svjetskim morima), pogodan za prijevoz standardnih rasutih tereta kao što su ugljen, željezna rudača, žito, cement, aluminat, boksit, fosfati i sl., kao i čelični limovi u rolama (steel coils) i upakirano drvo uključujući i dio opasnih tereta u rasutom stanju, a prema klasifikaciji IMDG.

Jednovijčani, dieselmotorni brod s bulbom na pramcu i zrcalnom krmom, šest skladišnih prostora.

Glavni odjeljci:

- pramčani pik,
- šest teretnih prostora,
- dvodno, lijevi i desni prostor dvoboka, gornji potpalubni tankovi,
- strojarnica,
- krmeni pik.

Dvodno je izvedeno od pregrade pramčanog pika do pregrade krmenog pika.

Kao balstni tankovi koriste se pramčani i krmeni pik, šest tankova u dvodnu (lijevo i desno) u području skladišta. Skladište br.3 može se koristiti kao balastni tank.

Tunelska kobilica izvedena je u području teretnih skladišta.

Glavne značajke

→ Dužina preko svega	191,00 m
→ Dužina između perpendikulara	182,50 m
→ Širina	30,00 m
→ Visina do glavne palube	16,29 m
→ Maksimalni gaz	11,56 m
→ DWT pri maksimalnom gazu	45 000 t
→ Težina praznog broda, cca	8662 t

Kapacitet skladišta tereta

→ Skladište br. 1	6 116 m ³
→ Skladište br. 2	8 425 m ³
→ Skladište br. 3	8 726 m ³
→ Skladište br. 4	8 742 m ³
→ Skladište br. 5	8 742 m ³
→ Skladište br. 6	7 939 m ³
→ Ukupno	48 690 m ³

Kapacitet tankova

→ Tankovi teškog goriva	1539 m ³
→ Tankovi dizelskog goriva	317 m ³
→ Tankovi ulja	184 m ³
→ Tankovi vode	243 m ³
→ Tankovi balasta (bez skl.br.3)	13 499 m ³

Brzina

Brzina u službi 14,8 čv pri 90% MCR = 9424 kW

Akcijski radijus 12 000 nm

Klasifikacija gradnje

Društvo Bureau Veritas

Oznaka klase I +HULL, +MACH, Bulk Carrier, BC-A (Holds Nos 2, 4 or 6 empty)

Brod će u području teretnog prostora imati dvostruku oplatu (Double Hull Bulk-Carrier), a taj prostor predviđen je kao prazan prostor. Alternativno, moguća je priprema prostora dvoboka za ukrcaj balasta što bi isključilo potrebu za krcanjem balasta u skladište br. 3 za vrijeme rijetkih putovanja bez tereta (putovanje pod balastom) u nepovoljnim vremenskim uvjetima (heavy weather ballasting). Međutim, skladište br. 3 je također namijenjeno za dvostruku uporabu (teret i balast) u slučaju potrebe pod određenim okolnostima.

Predviđeno je ograničeno korištenje čelika povišene čvrstoće u gradnji broda, te robustna struktura sa maksimalno dozvoljenim momentima savijanja uzdužnih nosača koji su 50% do 70% veći od minimuma dozvoljenih prema pravilima klasifikacijskih zavoda. Ova osobina omogućava da, kod krcanja na projektirani gaz, teret bude jednoliko raspoređen po skladištima 1, 3 i 5 dok alternativna skladišta 2, 4 i 6 mogu ostati prazna.

Cijevi i ventili van strojarnice kao i kabelaške trase smještene su u kobiličnom tunelu, pa to dodatno doprinosi poboljšanju održavanja. Kroz ove tunele, u slučaju potrebe, posadi je omogućena komunikacija/prolaz pramac – krma što predstavlja unaprijeđenje u pogledu sigurnosti.

Poklopci skladišta su hidraulički upravljani s dva para panela koji se podižu u smjeru pramac – krma. Na poklopcima je omogućen ukrcaj tereta drva do opterećenja od 2,5 tona/m².

Manipulacija teretom predviđena je s 5 palubnih elektro-hidrauličkih dizalica pojedinačne nosivosti 36 tona na radijusu od 20 metara. Dizalice će se proizvesti u Kini po licenci renomiranog japanskog proizvođača Tsuji, a prema dosadašnjim iskustvima izuzetno su pouzdane i garantiraju dug i besprijekoran rad bez nepotrebnih zastoja.

Brod će biti pogonjen porivnim strojem MAN B&W 7S50MC-C snage na MCR-u od 11 060 kW pri 127 okr/min koji će kod opterećenja od 90% MCR-a (9 424 kW) na projektiranom gasu i sa 15% sea margin omogućiti brzinu od 14,8 čvorova.

Potrebe za električnom energijom pokrivaju tri generatorska seta Daihatsu/Nishisiba pojedinačne snage od 680 kW. Za pogon će se koristiti teško dizelsko gorivo.

Dnevna potrošnja pri CSR od 82% kretati će se oko 38 tona, sa dodatnim potroškom iste vrste goriva za pogon generatora u količini od 2,5 tona, tako da bi se ukupna dnevna potrošnja goriva trebala kretati oko 40,5 tona/dan.

Kapacitet tankova goriva omogućit će autonomiju od 34 dana plovidbe bez nadopune goriva.

Brodovi će biti potpuno automatizirani, a imat će mogućnost smještaja posade u ukupno 24 jednokrevetne kabine plus jedna kabina za pilota. Svaka kabina ima vlastitu sanitarnu jedinicu.

5. ANALIZA UTJECAJA ŠIRINE DVOBOKA BRODA ZA RASUTI TERET NA VOLUMEN SKLADIŠNOG PROSTORA I MASU TRUPA BRODA

5.1. Osnovna ideja

U prethodnom poglavlju, točka 4.2.4, utvrđeno je smanjenje volumena skladišnog prostora kao i povećanje mase praznog opremljenog broda s dvobokom u odnosu na referentni SS brod.

Budući su spomenute razlike nastale kao posljedica promjene geometrije unutar prostora poprečnog presjeka omeđenog konstantnim veličinama širine i visine broda, u nastavku rada želi se istražiti utjecaj promjenjivih karakterističnih veličina poprečne geometrije broda na promjene volumena i mase trupa.

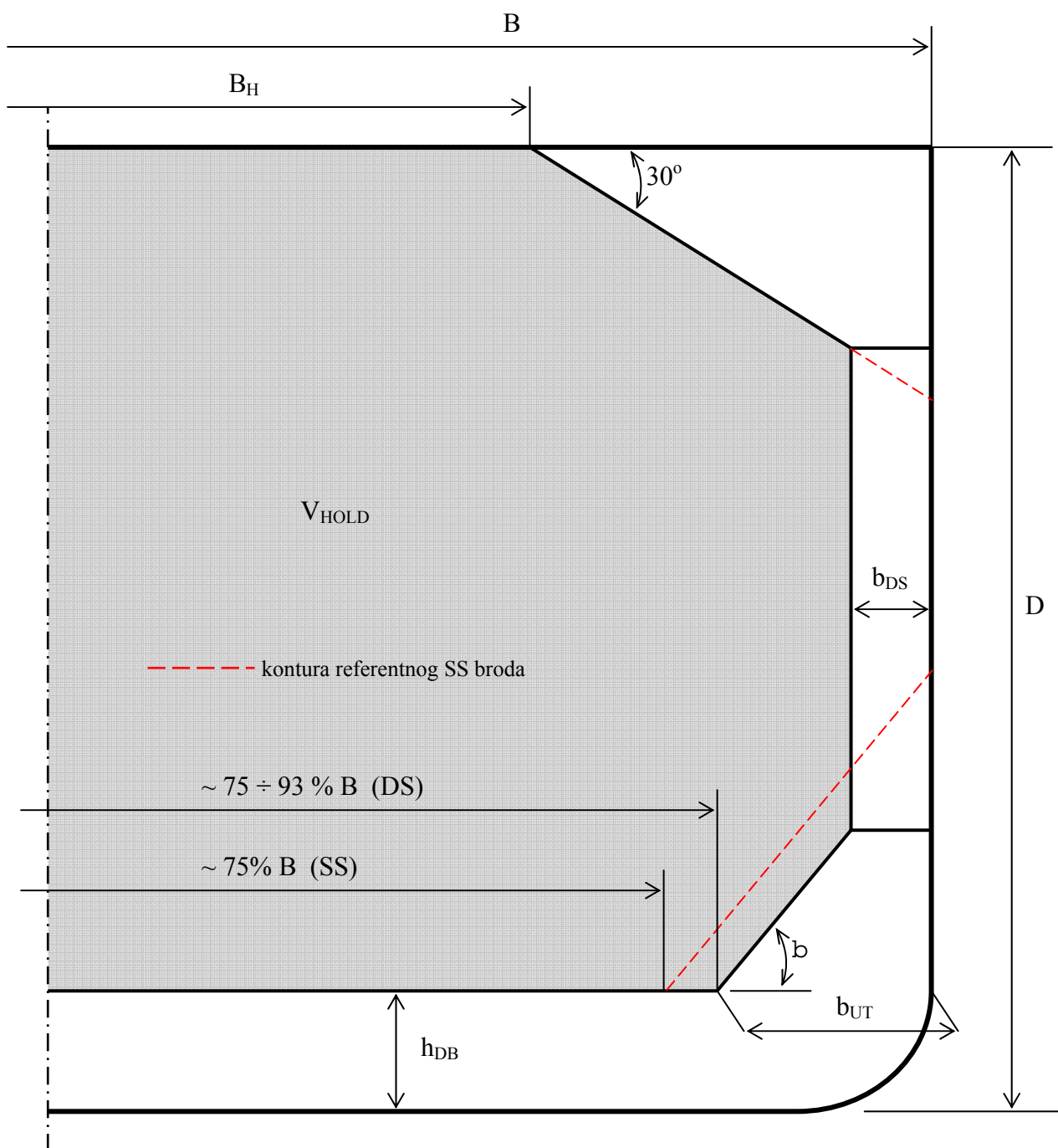
Krajnji cilj ove analize trebao bi biti odgovor na pitanje: Koju kombinaciju širine dvoboka i geometrije uzvojnog tanka predložiti kao dobro rješenje obzirom na promjene volumena skladišta ili promjene mase?

Sve nastale promjene biti će prikazane u odnosu na istovjetne veličine referentnog broda za rasuti teret s jednostrukom oplatom (SS referentni). U analizu će biti uključen i prethodno osnovani brod s dvobokom definirane poprečne geometrije (DS osnovani).

Istraživanje utjecaja promjenjivih karakterističnih veličina provest će se u dva koraka.

1. Utjecaj na promjene volumena skladišnog prostora
2. Utjecaj na promjene mase trupa broda

Karakteristične veličine geometrije poprečnog presjeka, konstantne i varijabilne prikazane su na slici 13. u nastavku teksta.



Slika 13. Skica poprečnog presjeka broda na glavnom rebru

Konstantne veličine:

$B = 30 \text{ m}$

$D = 16,29 \text{ m}$

$B_H = 16 \text{ m}$

$h_{DB} = 1.8 \text{ m}$

Promjenjive veličine:

$b_{DS} = 1.0 \text{ m}, 1.2 \text{ m}, 1.4 \text{ m}$

$b_{UT} = 3.5 \text{ m}, 2.5 \text{ m}, 2 \text{ m}, b_{DS} \text{ m}$

$\beta = 40^\circ, 45^\circ, 60^\circ$

→ širina broda

→ visina broda

→ širina poprečne praznice teretnog grotla

→ visina dvodna

→ širina dvoboka

→ širina uzvojnog tanka

→ kut nagiba ploče pokrova uzvojnog tanka

5.2. Gubitak volumena skladišta

Temeljem geometrije poprečnog presjeka prikazane na slici 13, definirane su površine:

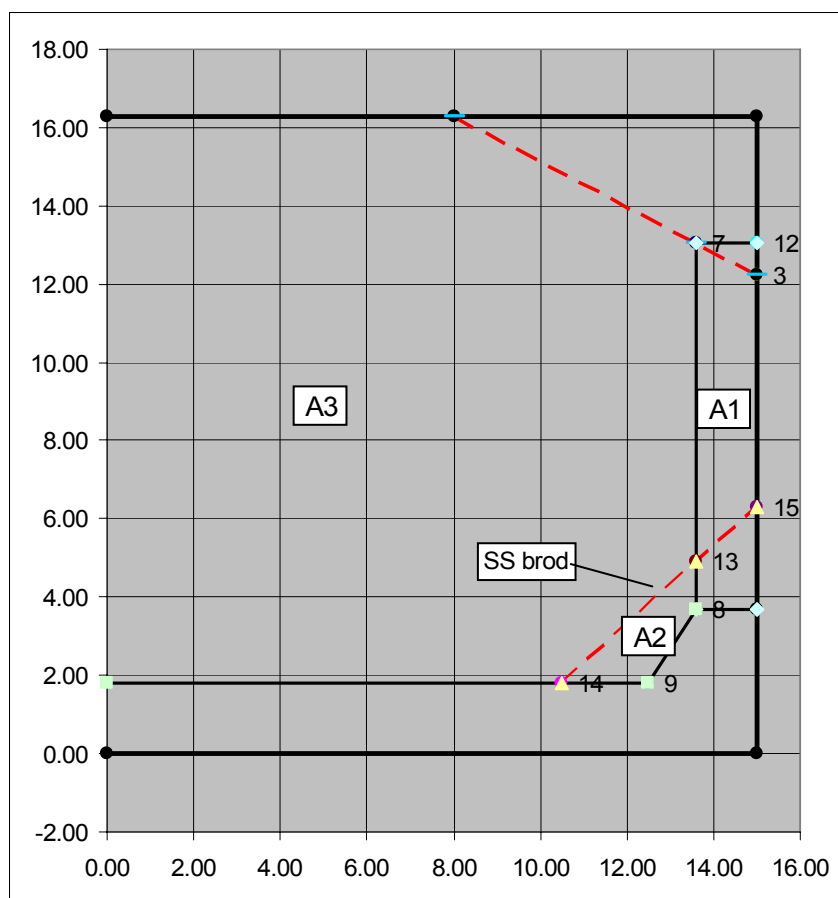
A1 – površina izgubljena za teret – prazan prostor dvoboka

A2 – površina dobivena za teret – posljedica smanjanja širine uzvojnog tanka b_{UT}

A3 - površina skladišta

Izračun površina proveden je tabličnim kalkulatorom (Excel) uz grafički prikaz u svrhu kontrole unesenih promjenjivih veličina.

Primjer za dvije karakteristične kombinacije vrijednosti promjenjivih veličina:



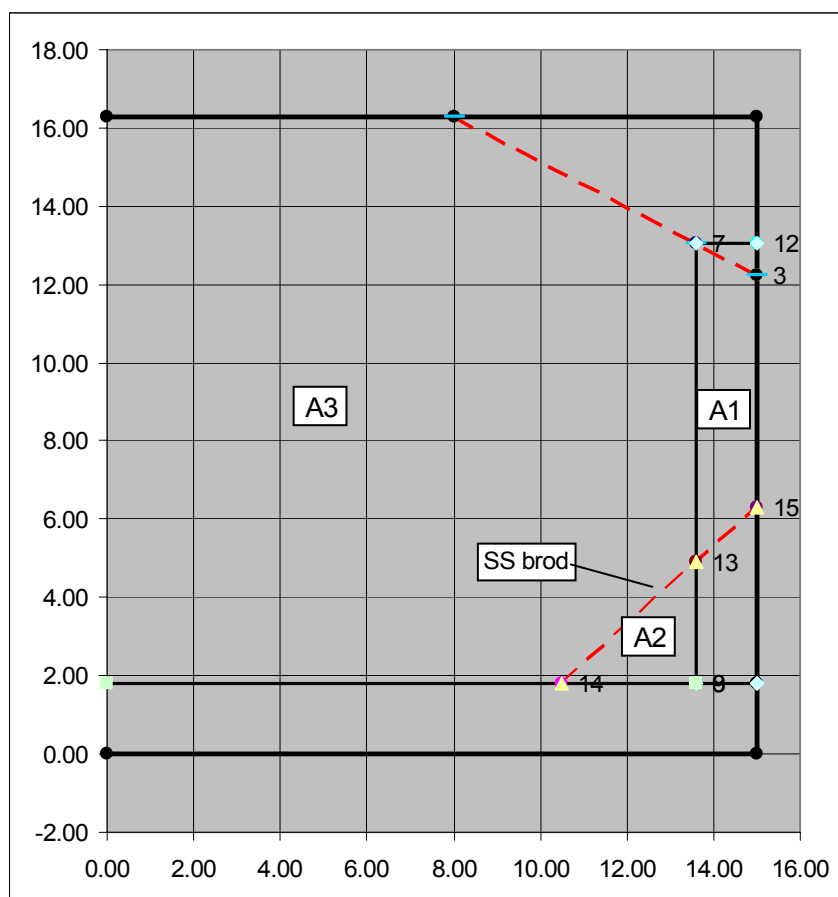
Slika 14. Kontrolna skica, primjer 1.

vrijednosti promjenjivih veličina

$$b_{DS} = 1,4 \text{ m}$$

$$b_{UT} = 2,5 \text{ m}$$

$$\beta = 60^\circ$$



Slika 15. Kontrolna skica, primjer 2.

vrijednosti promjenjivih veličina

$$b_{DS} = 1,4 \text{ m}$$

$$b_{UT} = 1,4 \text{ m}$$

$$\beta = 0^\circ$$

Rezultati i komentar

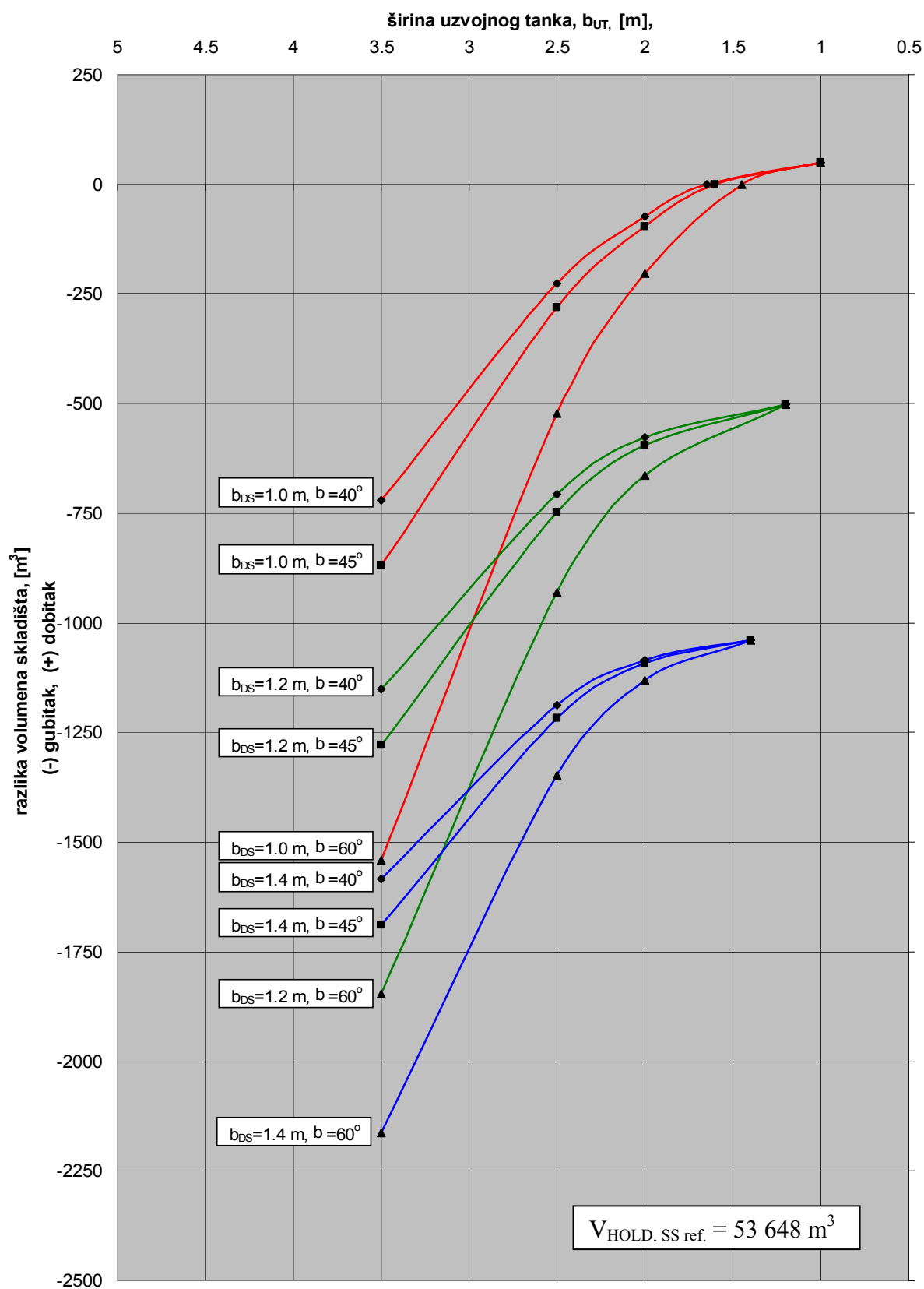
Rezultati proračuna površina dani su dijagramom 10. na sljedećoj stranici.

Širina dvoboka 1,0 m minimalna je širina definirana pravilima IASC obzirom na dimenzije otvora za prolazak tijekom pregleda broda (600x600 mm i 600x800 mm).

Za tu širinu dvoboka, 1,0 m, i parove širine uzvojnog tanka i pripadnog kuta nagiba pokrovne ploče ($b_{UT} = 1,65 \text{ m}$, $\beta = 40^\circ$), ($b_{UT} = 1,60 \text{ m}$, $\beta = 45^\circ$) i ($b_{UT} = 1,45 \text{ m}$, $\beta = 60^\circ$) nema gubitka skladišnog prostora u odnosu na referentni SS brod. Širina dvoboka 1.0 m tehnološki je zahtjevana za izradu, a sam prostor vrlo nepristupačan za redovne preglede od strane nadležnih institucija.

Krivulje gubitka volumena skladišta broda s dvobokom moguće je vrlo dobro opisati polinomom drugog stupnja, što ujedno govori kako se za veće širine uzvojnog tanka ($b_{UT} \geq 2 \text{ m}$) gubitak volumena počinje naglo povećavati.

Dijagram 13. Gubitak volumena skladišta broda s dvobokom (prikazan kao gubitak volumena skladišta referentnog SS broda) u ovisnosti o širini dvoboka i širini uzvojnog tanka



5.3. Odabir karakterističnih poprečnih presjeka za određivanje mase i kontrolu čvrstoće presjeka na glavnom rebru

Dijagram 10. daje uvid u smanjenje volumena skladišnog prostora ovisno o odabranim promjenivim veličinama ali ne i smjernice za odabir kombinacija geometrija poprečnih presjeka za nastavak analize tj. kontrolu čvrstoće i izračun mase trupa broda.

Broj mogućih kombinacija sužen je slijedom sljedećih kriterija:

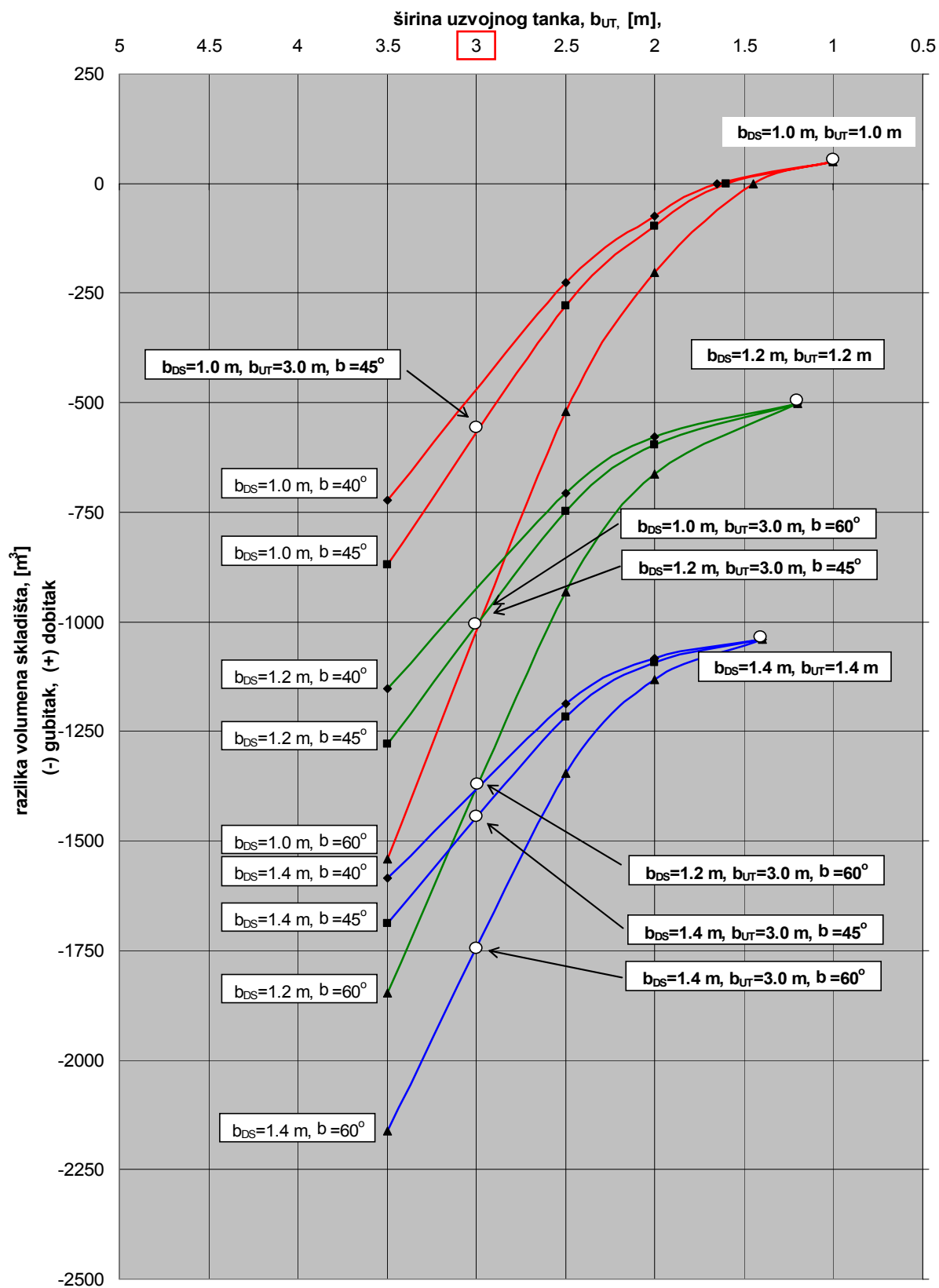
1. tehnološka mogućnost izvedbe konstrukcije dvoboka,
2. karakteristika tereta tj, kut prirodnog pokosa koji bi onemogućio nakupljanje tereta na pokrovu uzvojnog tanka već sigurno sklizanje na pokrovu uzvojnog tanka prilikom iskrcaja,
3. gubitak volumena skladišta u nekim razumnim granicama,
4. mogućnost korištenja dvoboka kao prostora za balast, uz adekvatnu površinsku zaštitu površina i njihovo kasnije održavanje.

Odabir kombinacija:

1. širina dvoboka veća od 1,0 m,
2. nagib pokrova uzvojnog tanka veći ili jednak 45° ,
3. širina uzvojnog tanka ne veća od 3 m,
4. širina dvoboka 1,4 m i veća.

Na dijagramu 11. dane su odabrane kombinacija promjenjivih veličina za nastavak analize.

Dijagram 14. Odabir promjenjivih veličina poprečnog presjeka za proračun mase i kontrolu čvrstoće presjeka na glavnom rebru



U tablici 18. dane su odabrane kombinacije širine dvoboka, širine uzvojnog tanka i kuta nagiba ploče pokrova uzvojnog tanka, za koje je modeliran poprečni presjek na glavnom rebro, provedena kontrola uzdužne i lokalne čvrstoće kao i izračunata površina poprečnog presjeka potrebna za određivanje mase trupa.

Tablica 17. Promjenjive veličine poprečnog presjeka za proračun mase i kontrolu čvrstoće presjeka na glavnom rebro

Širina dvoboka, b_{DS}	Širina uzvojnog tanka b_{UT}	Kut nagiba ploče pokrova uzvojnog tanka, β
$b_{DS} = 1,0 \text{ m}$	$b_{UT} = b_{DS} = 1,0 \text{ m}$	$\beta = 0^\circ$
	$b_{UT} = 3,0 \text{ m}$	$\beta = 45^\circ$
		$\beta = 60^\circ$
$b_{DS} = 1,2 \text{ m}$	$b_{UT} = b_{DS} = 1,2 \text{ m}$	$\beta = 0^\circ$
	$b_{UT} = 3,0 \text{ m}$	$\beta = 45^\circ$
		$\beta = 60^\circ$
$b_{DS} = 1,4 \text{ m}$	$b_{UT} = b_{DS} = 1,4 \text{ m}$	$\beta = 0^\circ$
	$b_{UT} = 3,0 \text{ m}$	$\beta = 45^\circ$
		$\beta = 60^\circ$

5.4. Modeliranje konstrukcije i provjera čvrstoće presjeka na glavnom rebru

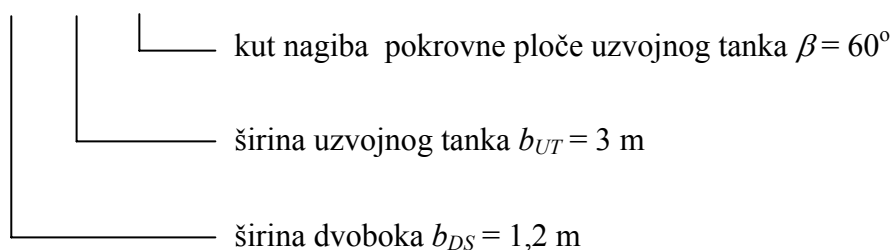
Poprečni presjek na glavnom rebru sa svim elementima konstrukcije za odabrane kombinacije modeliran je u programskom paketu *MARS 2000, Bureau Veritas, V2.1b*. Zadana opterećenja konstrukcije, momenti savijanja, stanja krcanja i balasta ista su kao u točki 4.2.6.

Za konstrukciju koja zadovoljava uvjete uzdužne i lokalne čvrstoće očitane su površine poprečnog presjeka temeljem kojih je određena masa skladišne sekcije dužine 24 m te preračunata na cijeli trup.

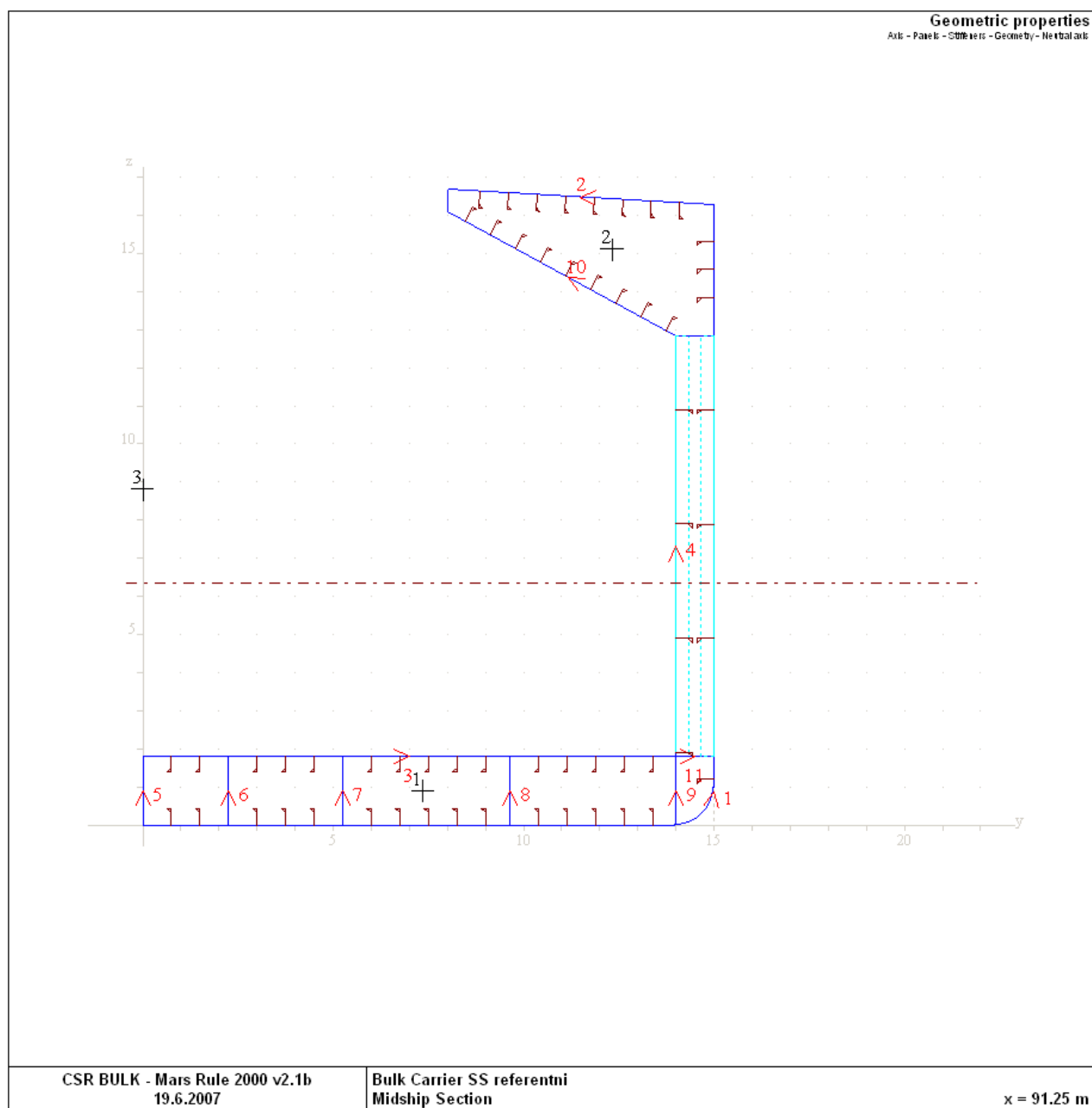
Elementi konstrukcije, debljina i raspored vojeva, uzdužnjaci i poprečni elementi (rebra) u prostoru dvoboka, kao i rezultati provjere čvrstoće za odabrane kombinacije dani su u nastavku poglavlja.

Oznaka tipa
konstrukcije dvoboka:

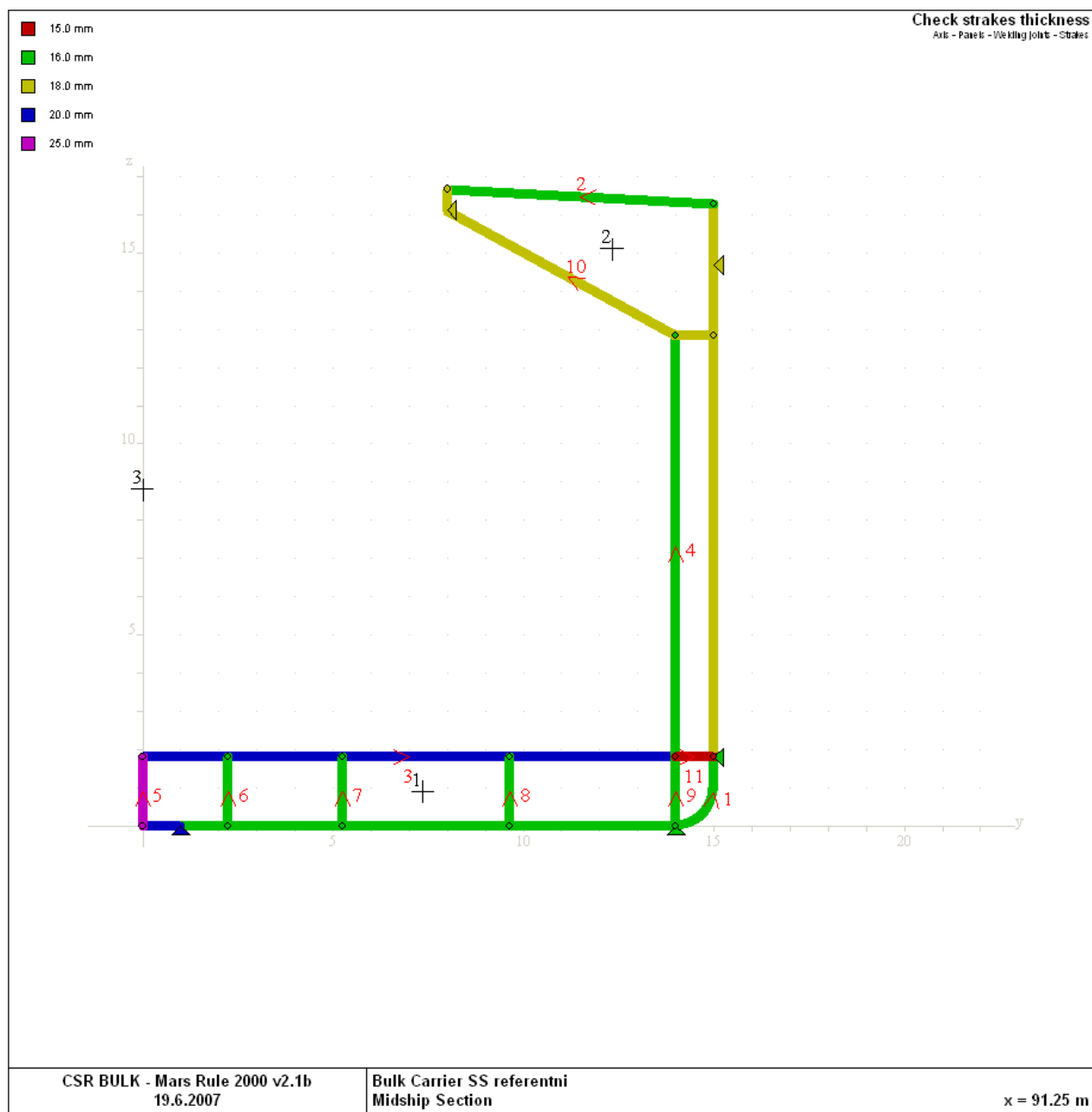
DS 1.2 - 3 - 60



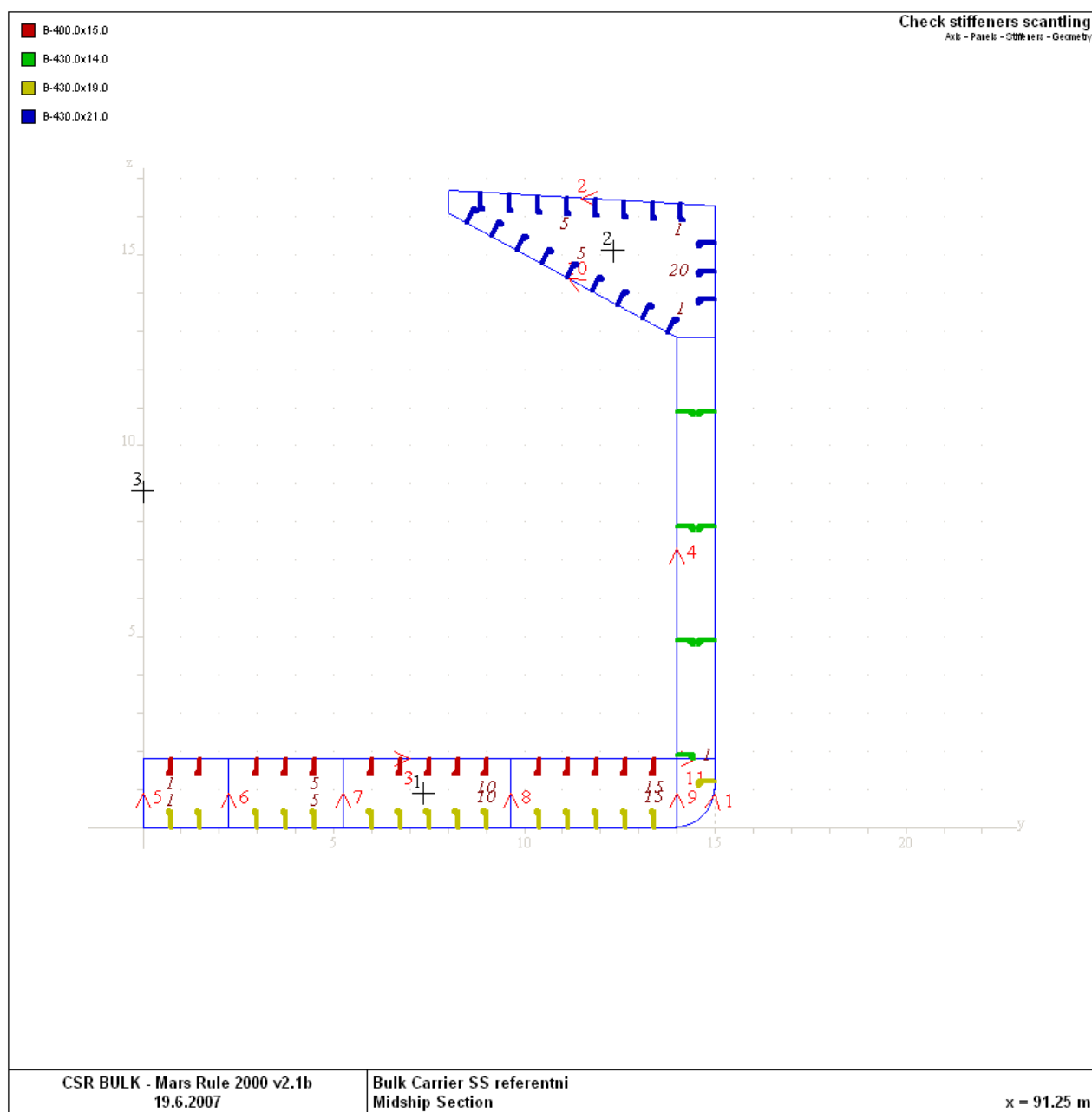
a) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.0**



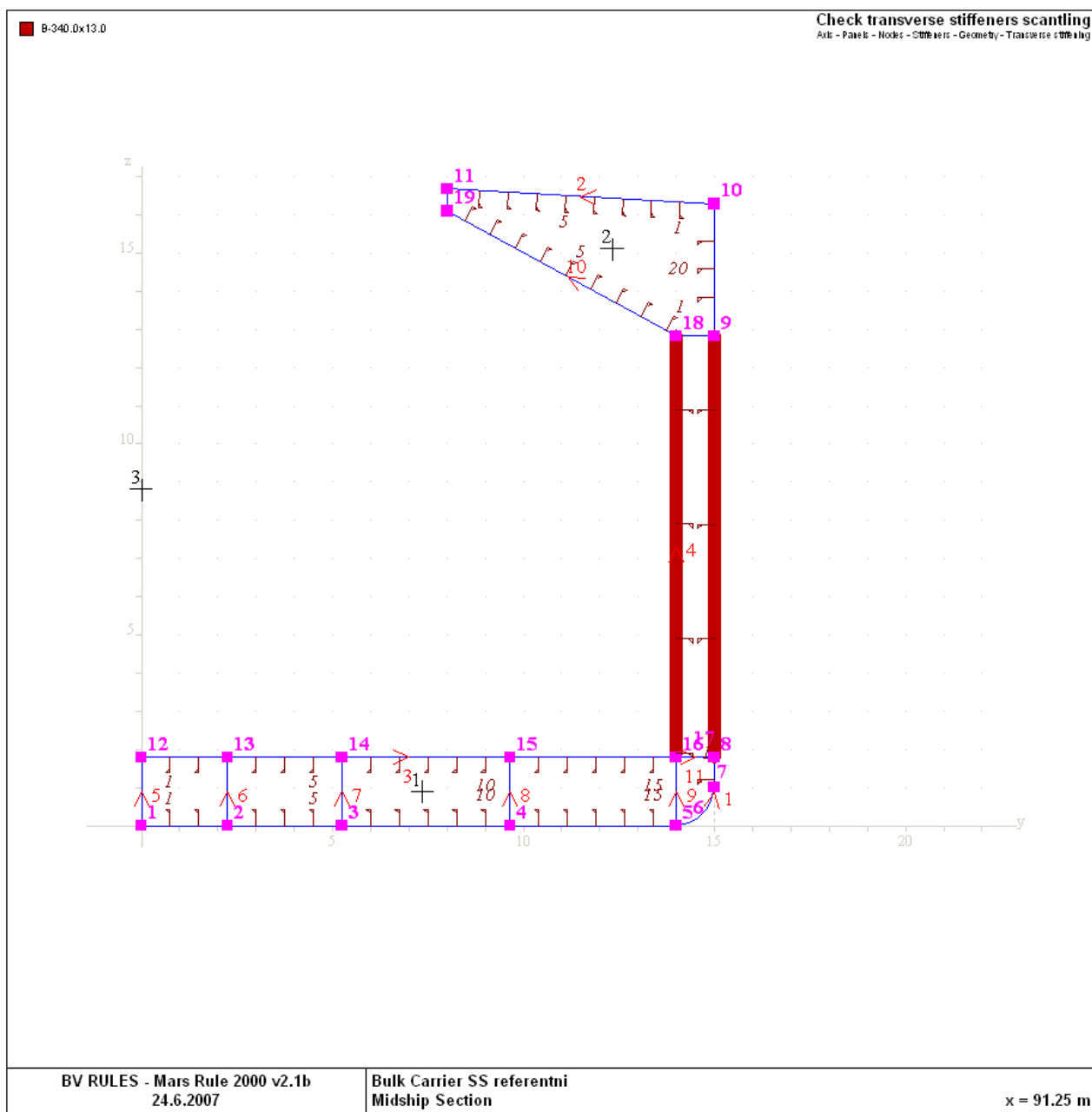
Slika 16. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0



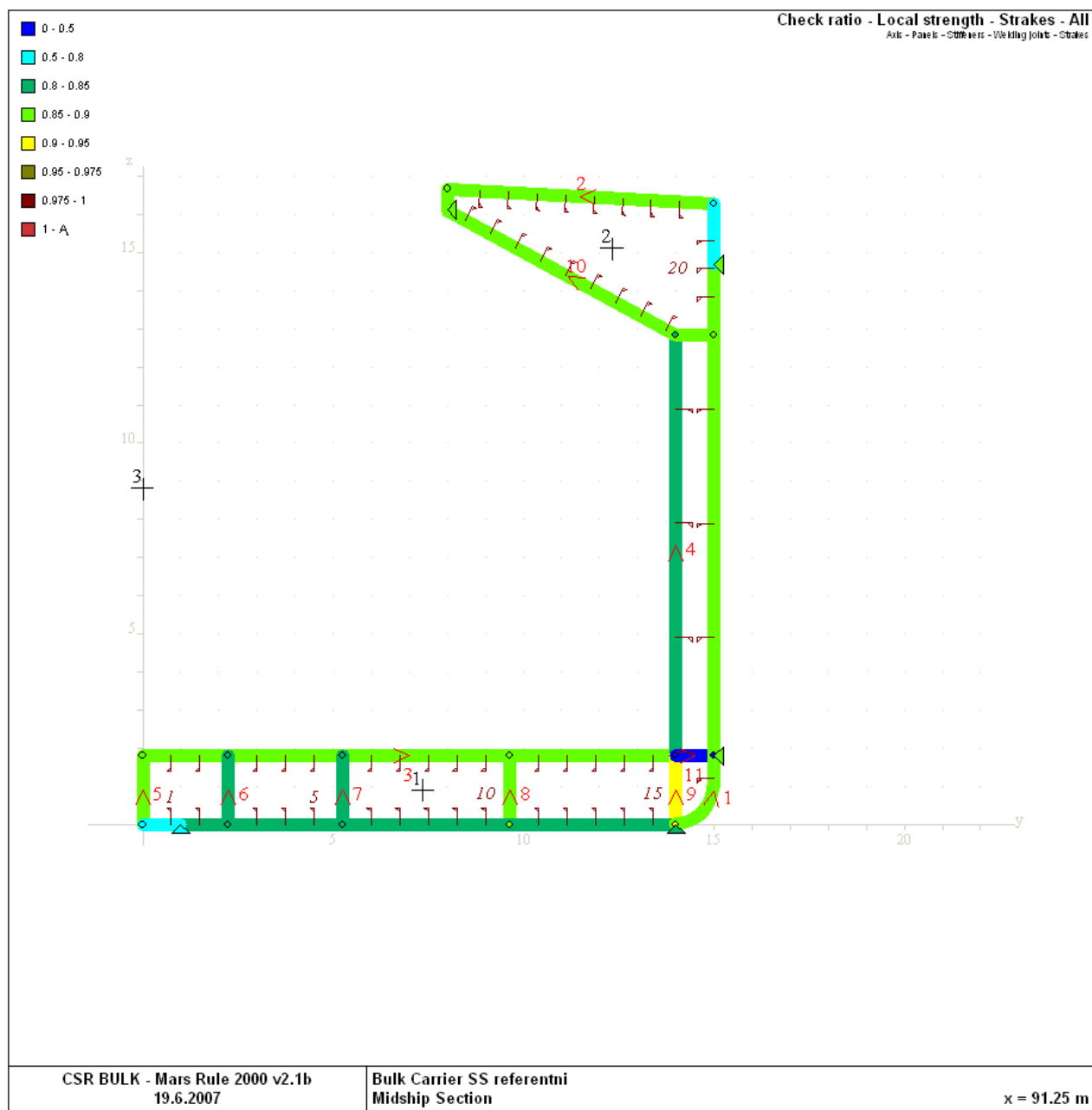
Slika 17. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0



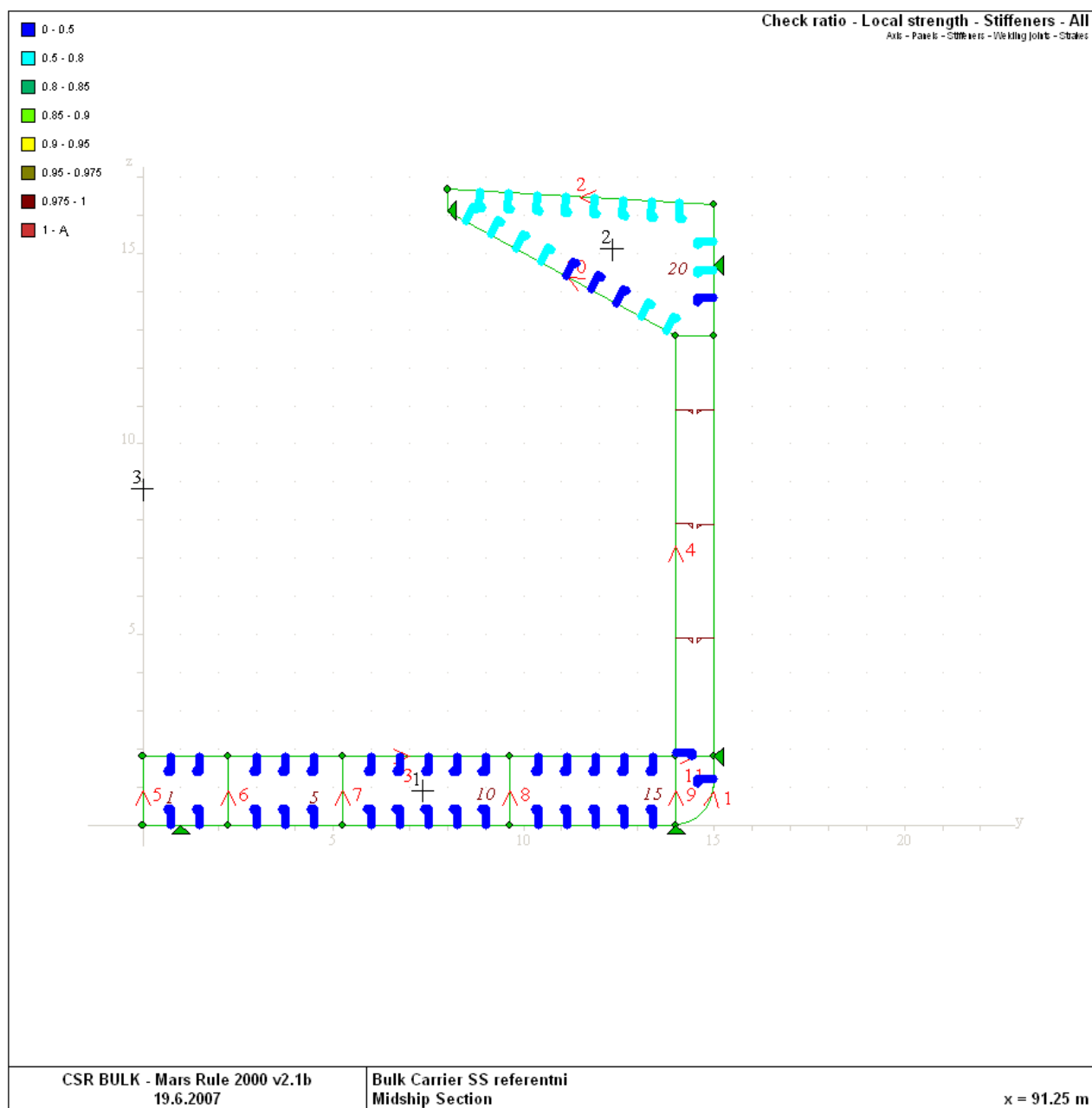
Slika 18. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0



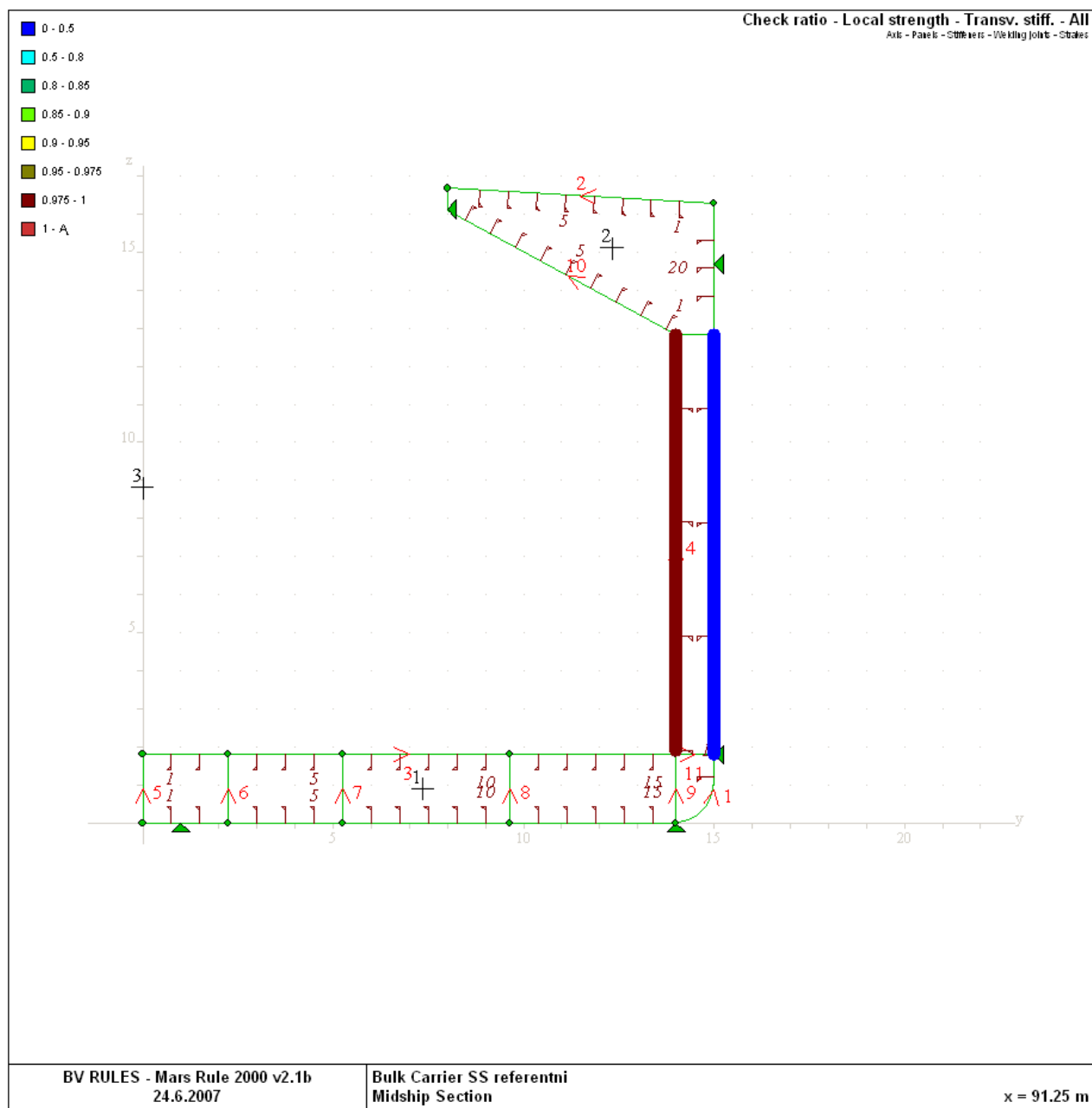
Slika 19. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0



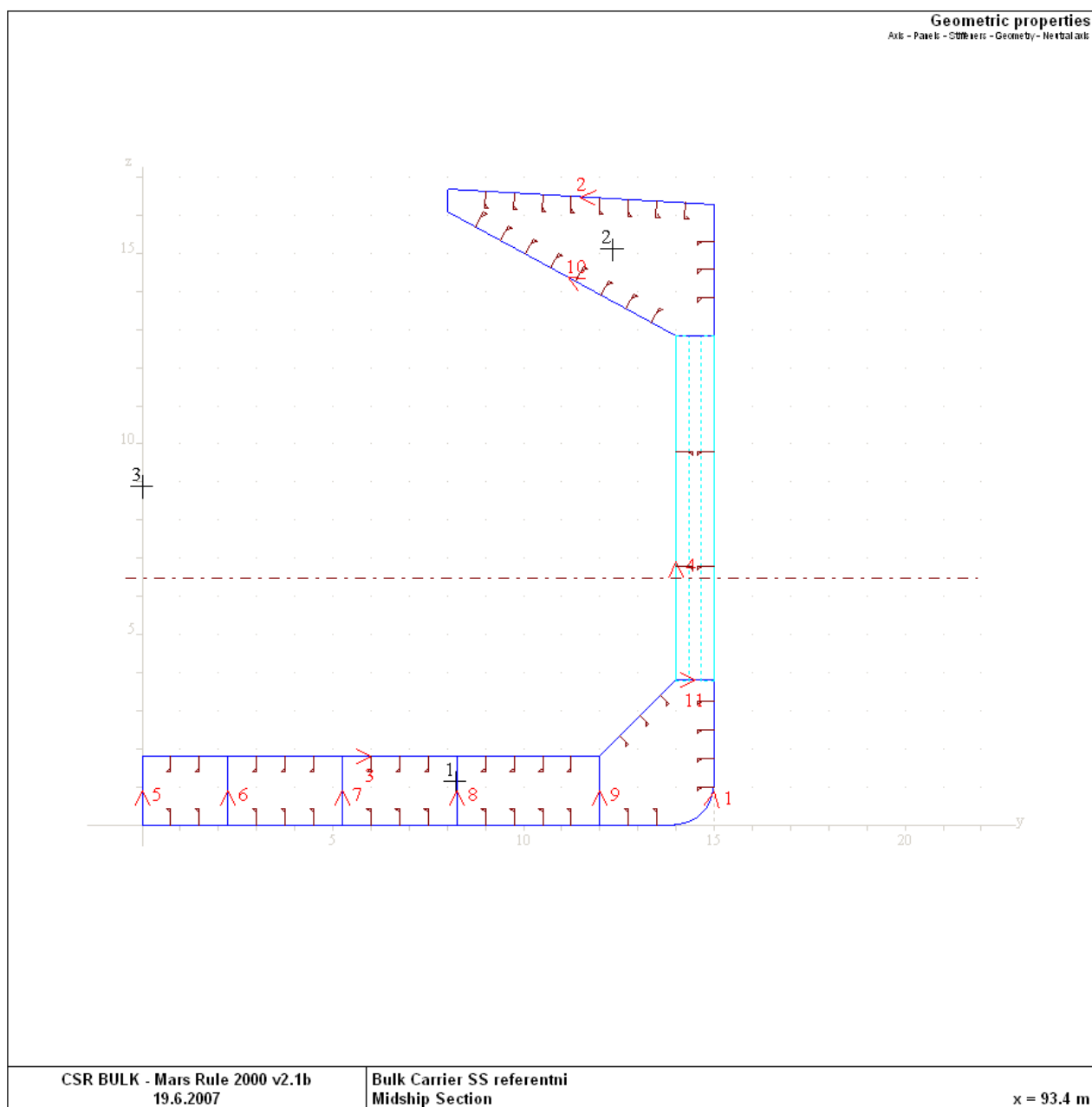
Slika 20. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebro, tip konstrukcije DS 1.0



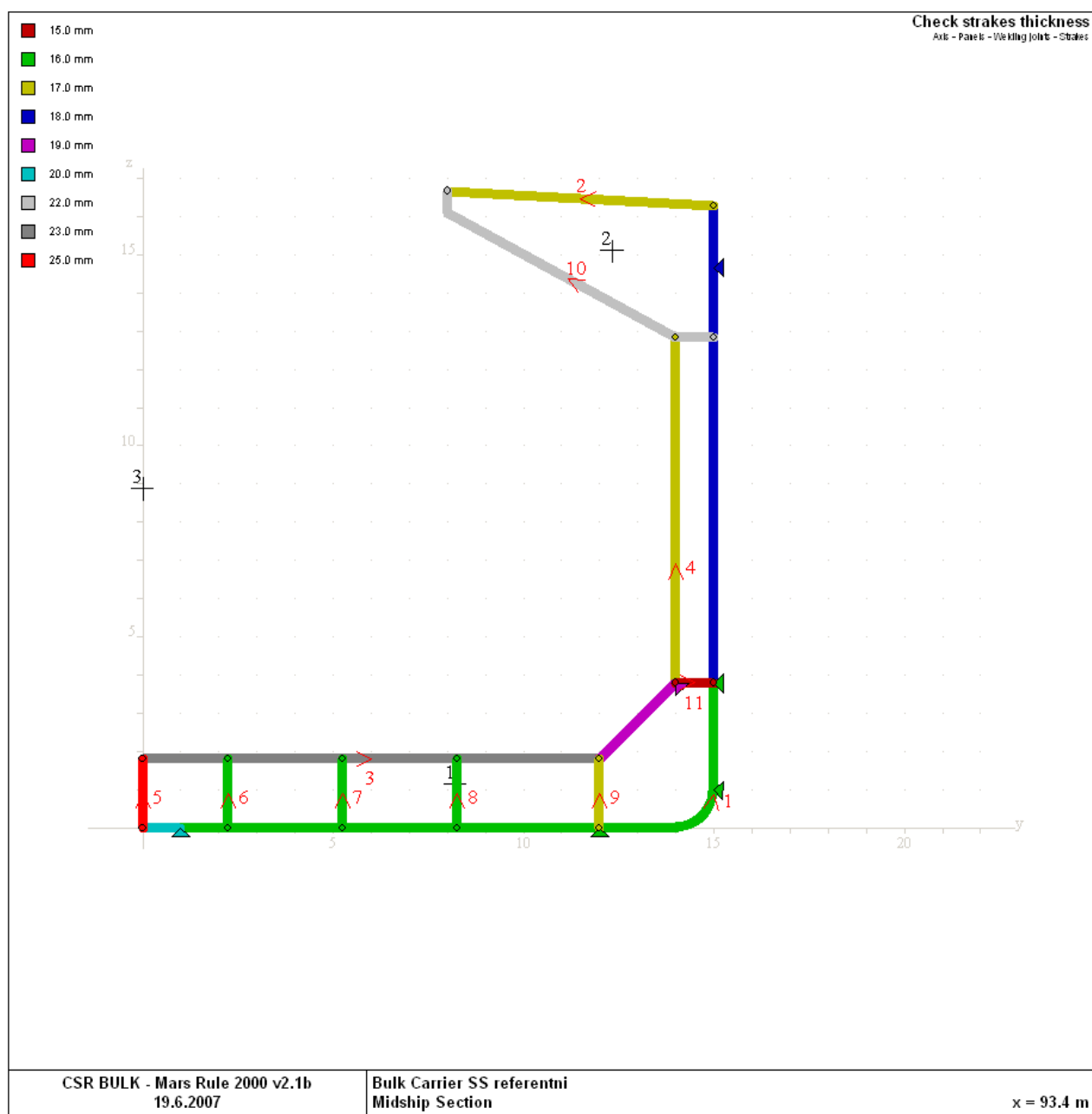
Slika 21. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.0



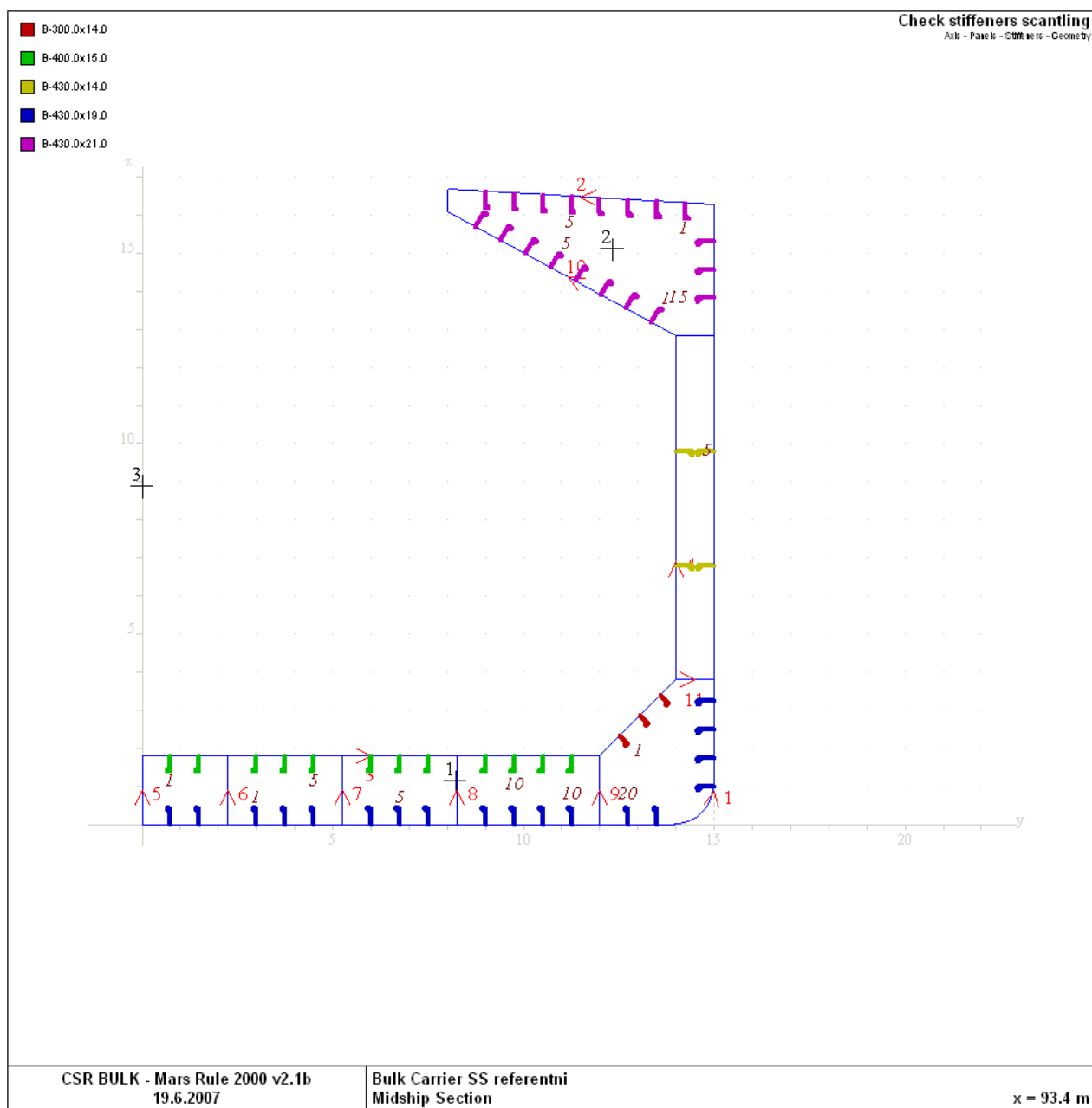
Slika 22. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.0

b) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.0-3-45**

Slika 23. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-45

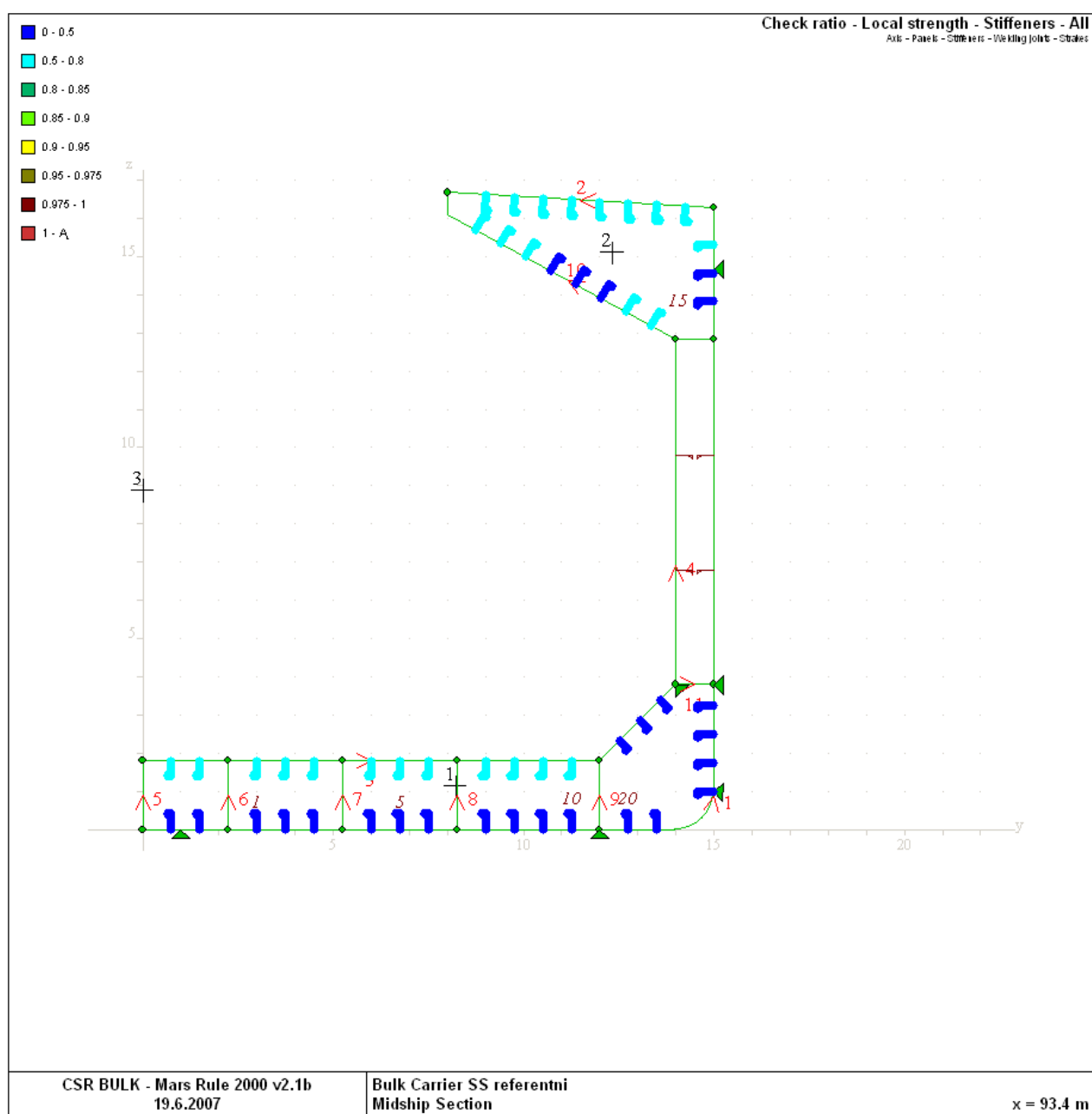


Slika 24. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-45

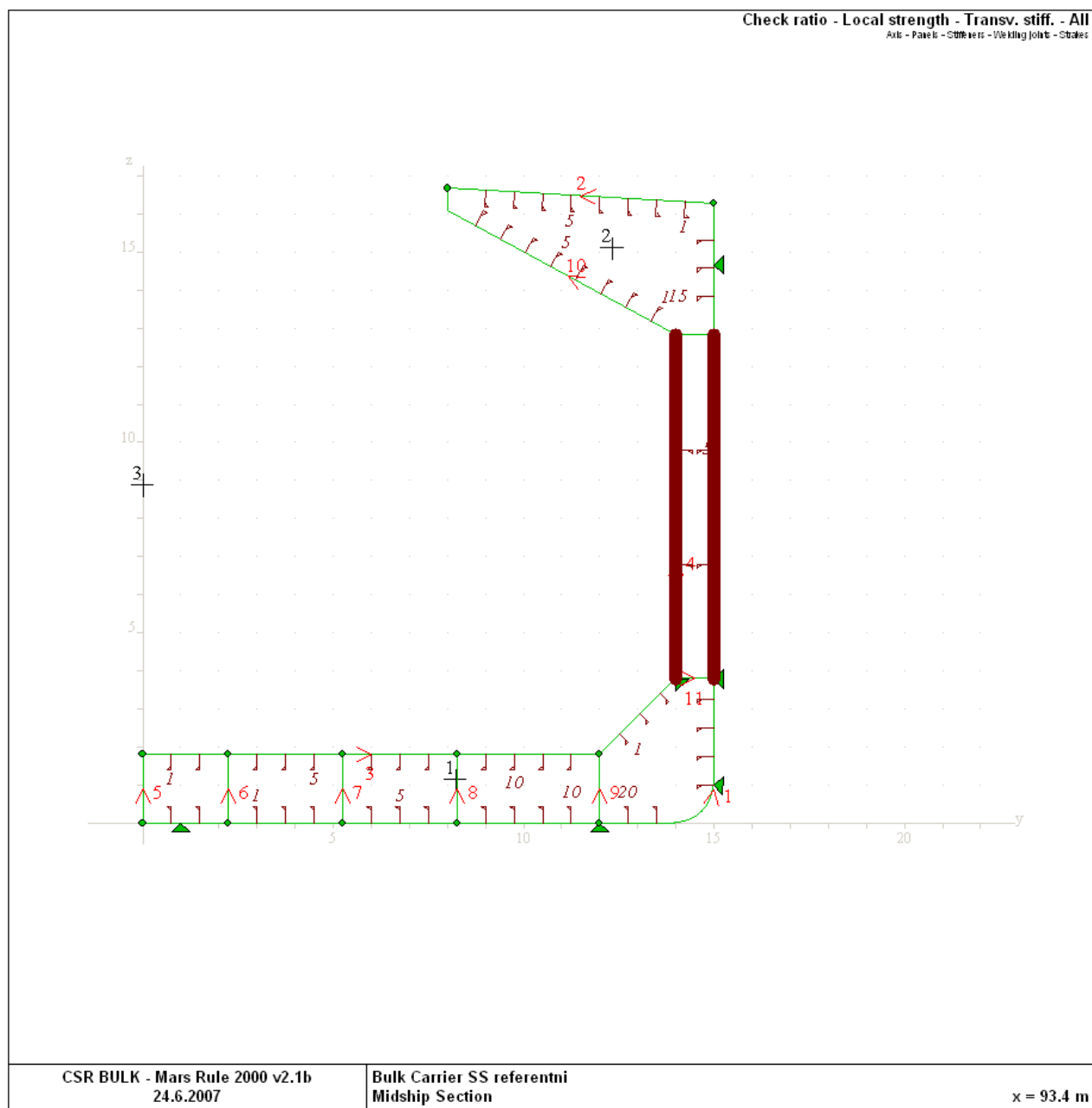


Slika 25. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-45

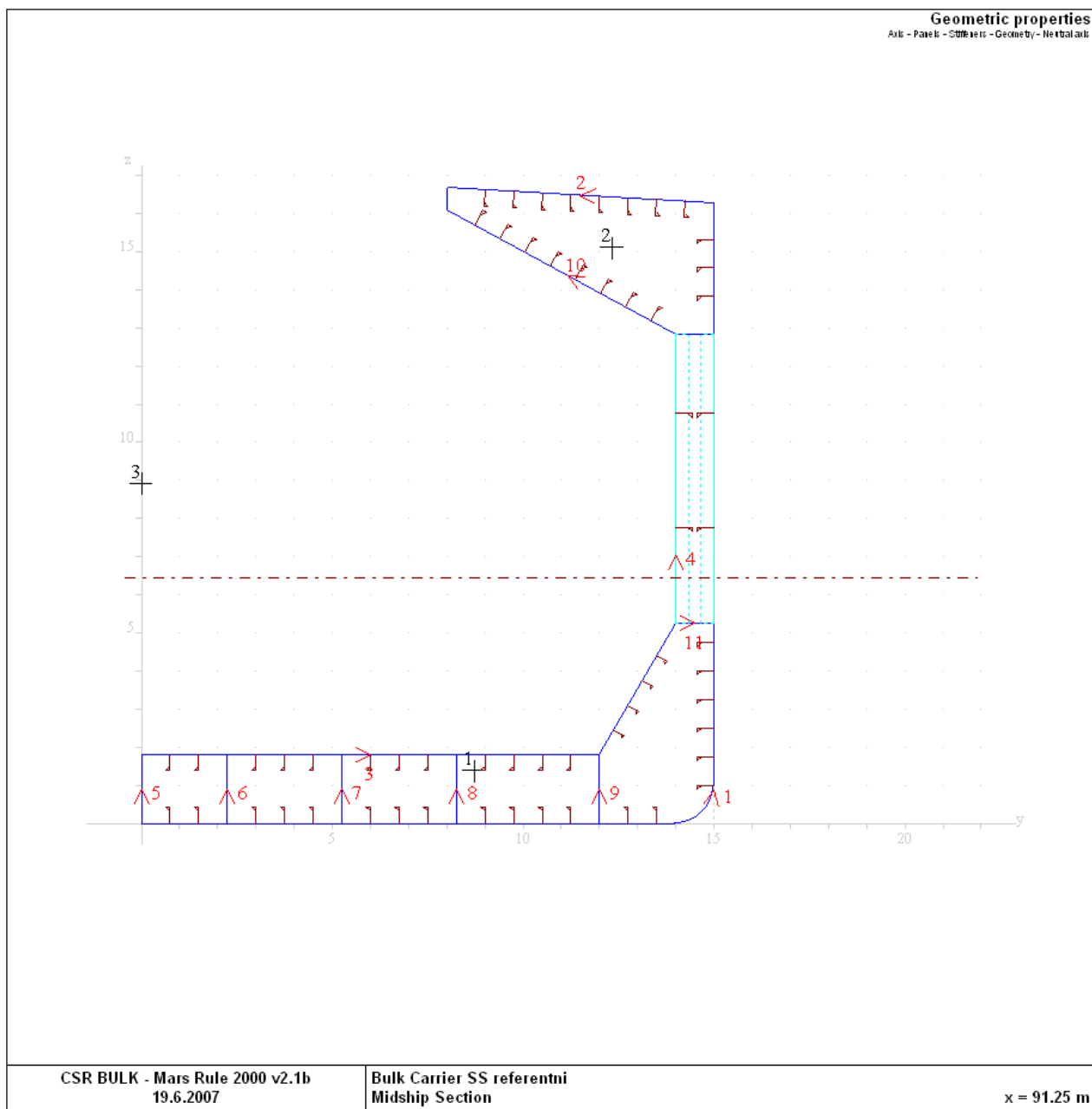
100



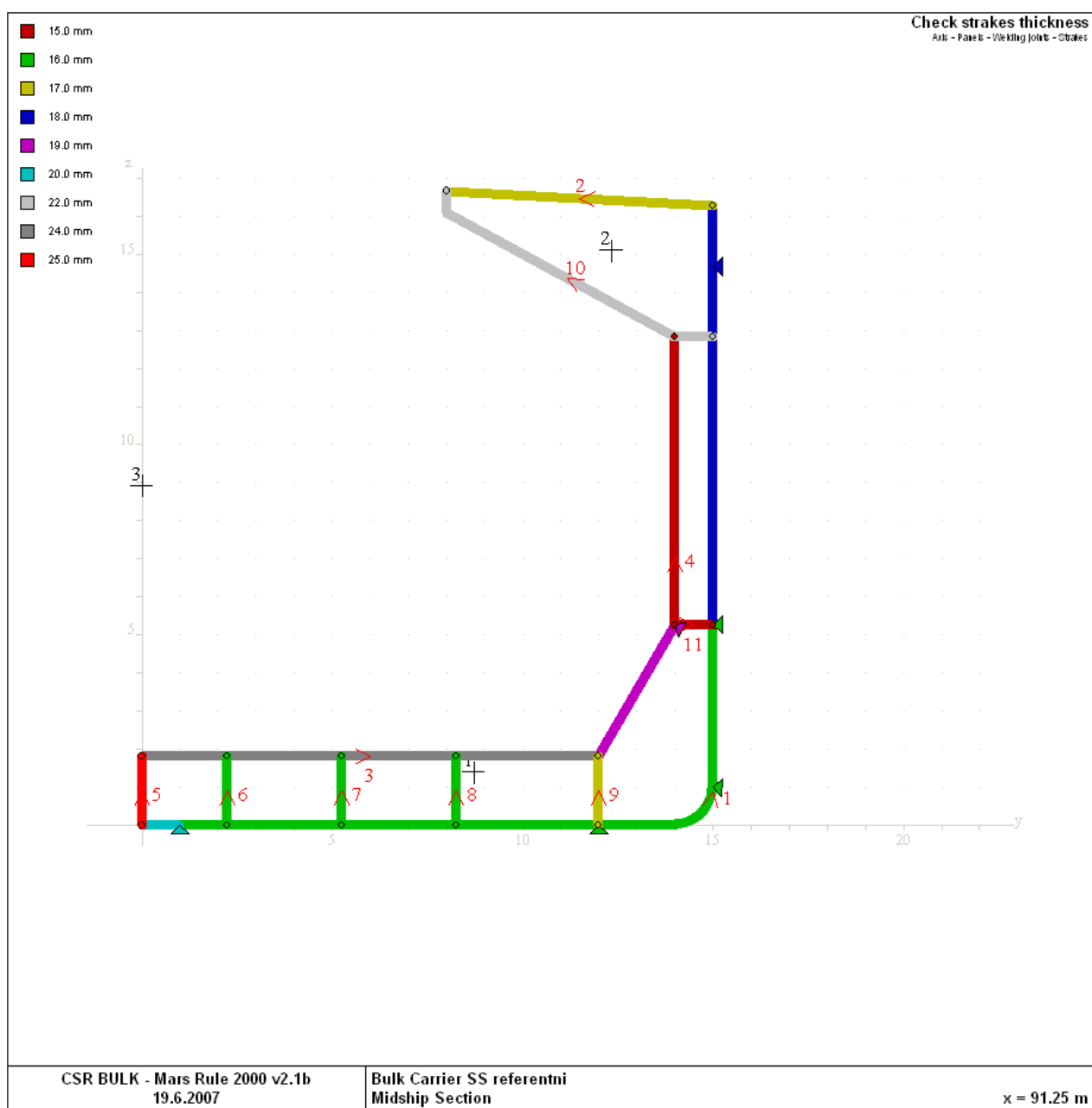
Slika 28. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.0-3-45



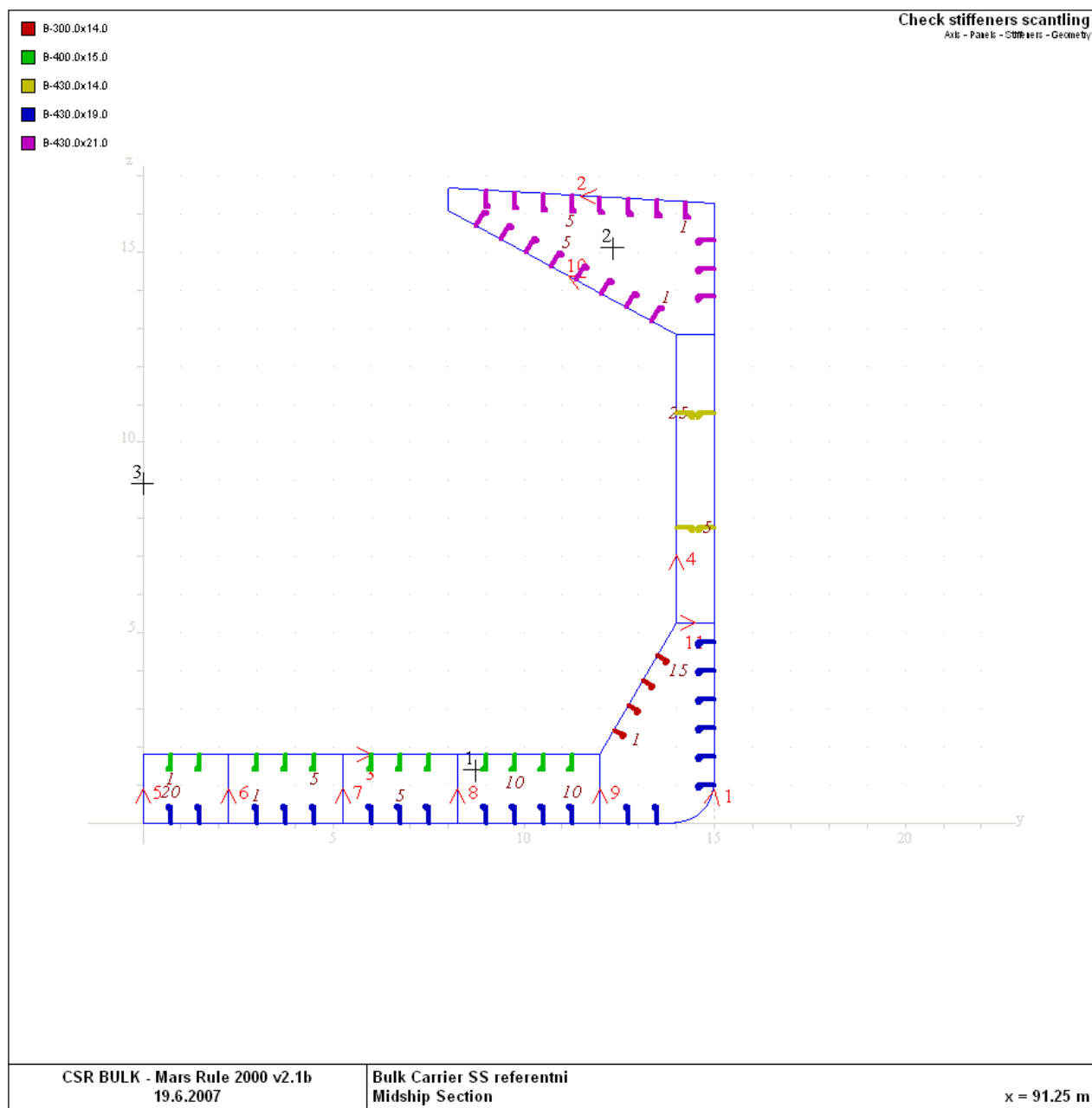
Slika 29. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.0-3-45

c) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.0-3-60**

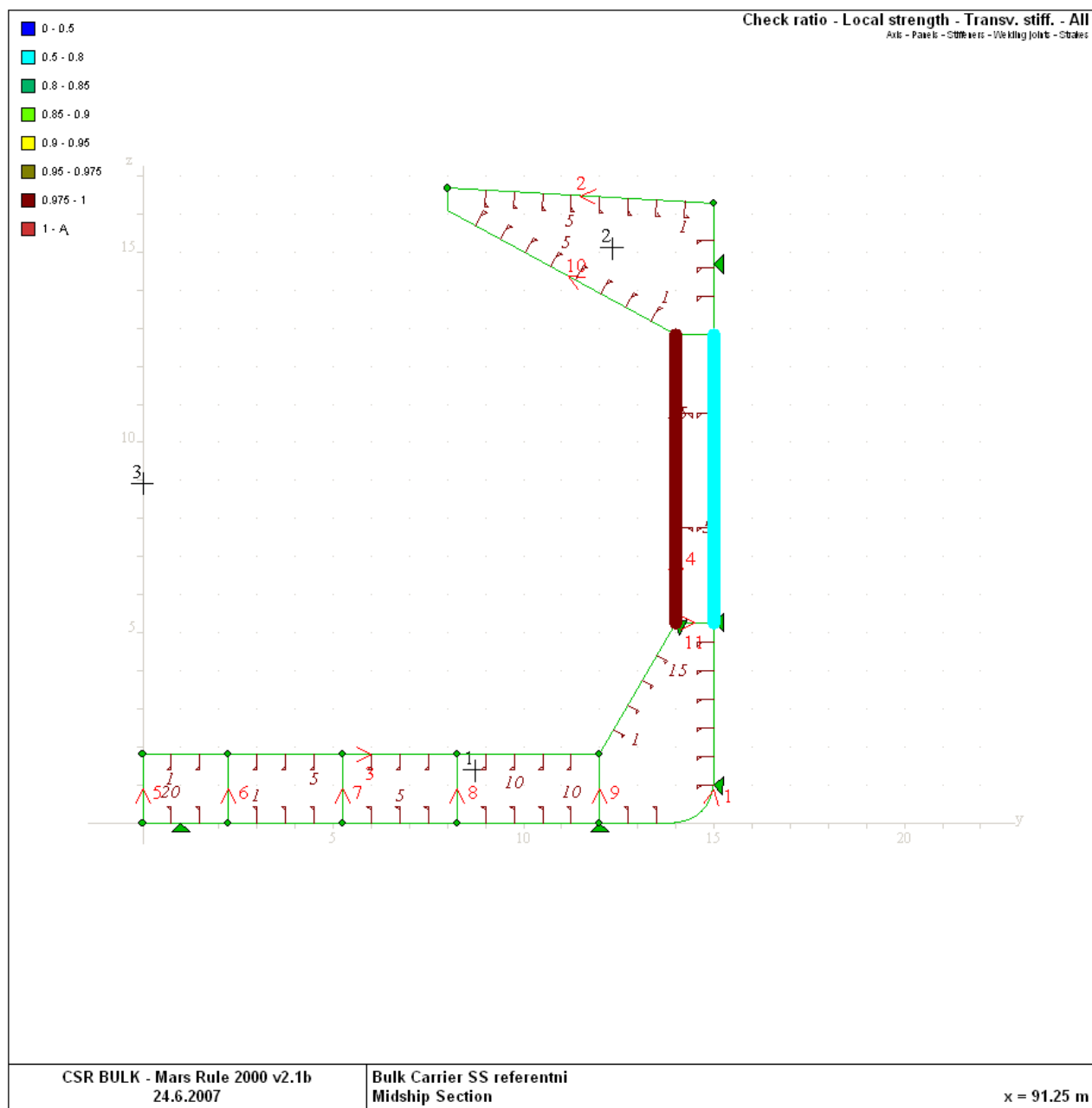
Slika 30. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-60



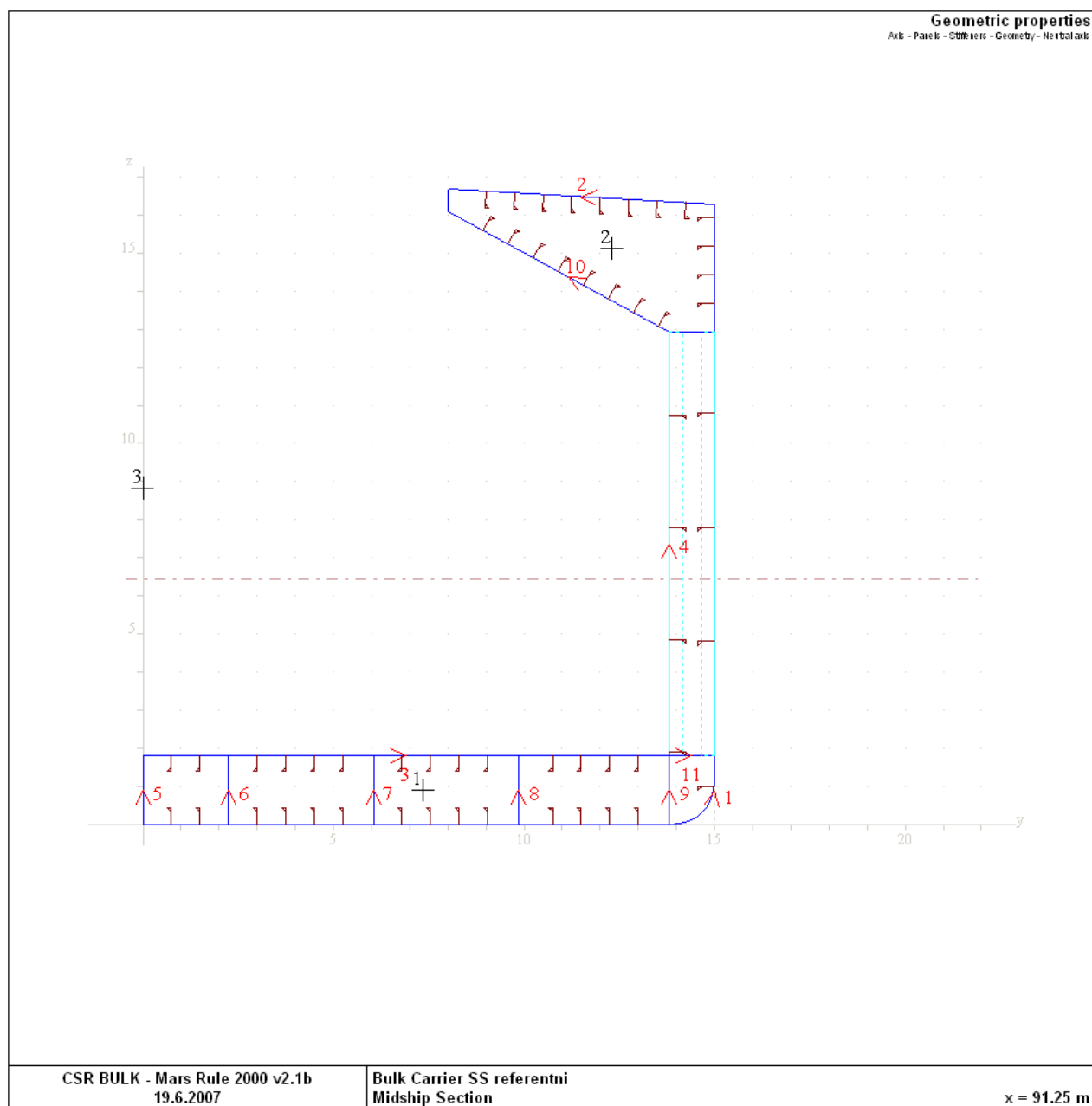
Slika 31. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-60



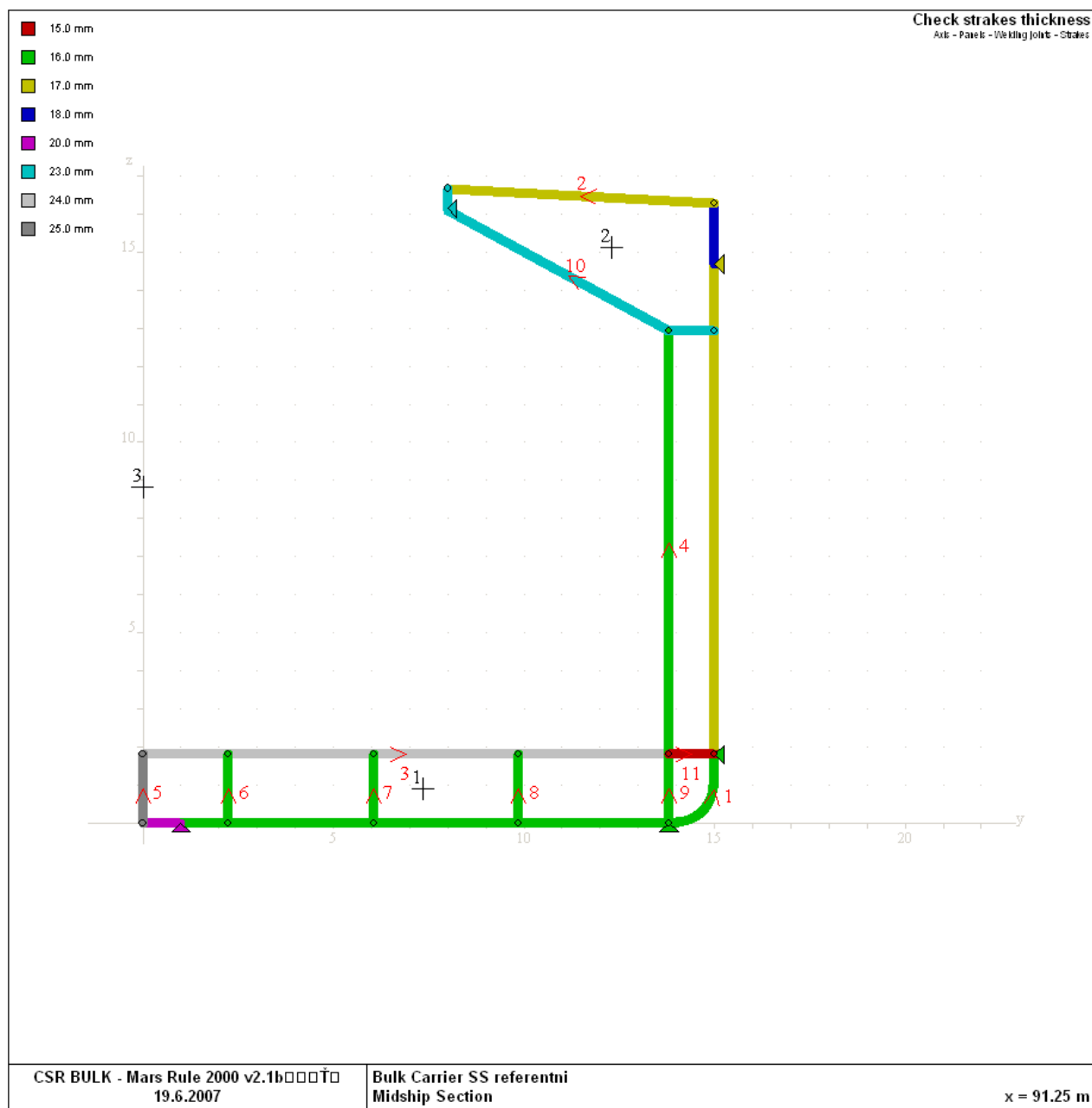
Slika 32. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.0-3-60



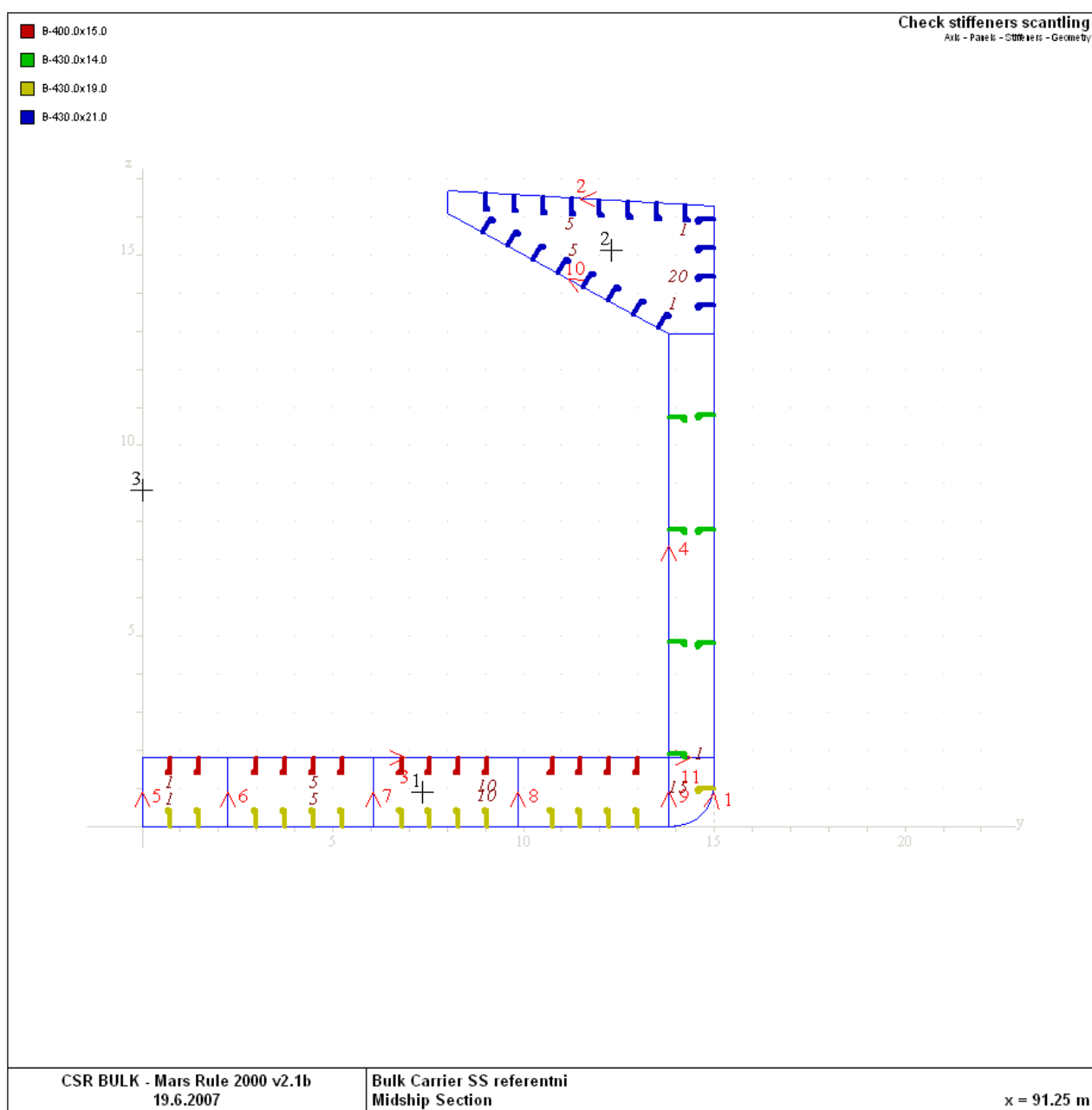
Slika 36. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.0-3-60

d) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.2**

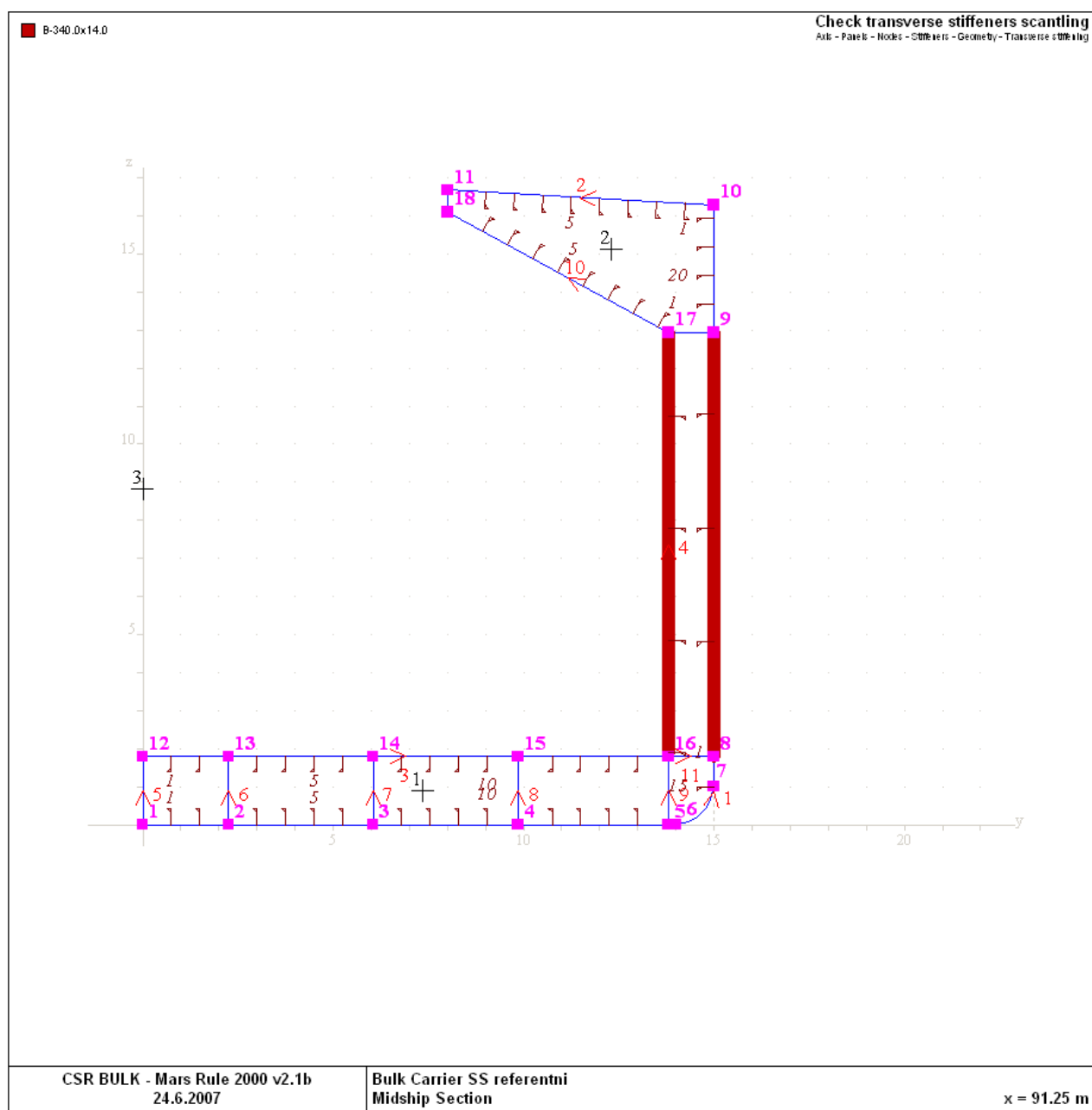
Slika 37. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2



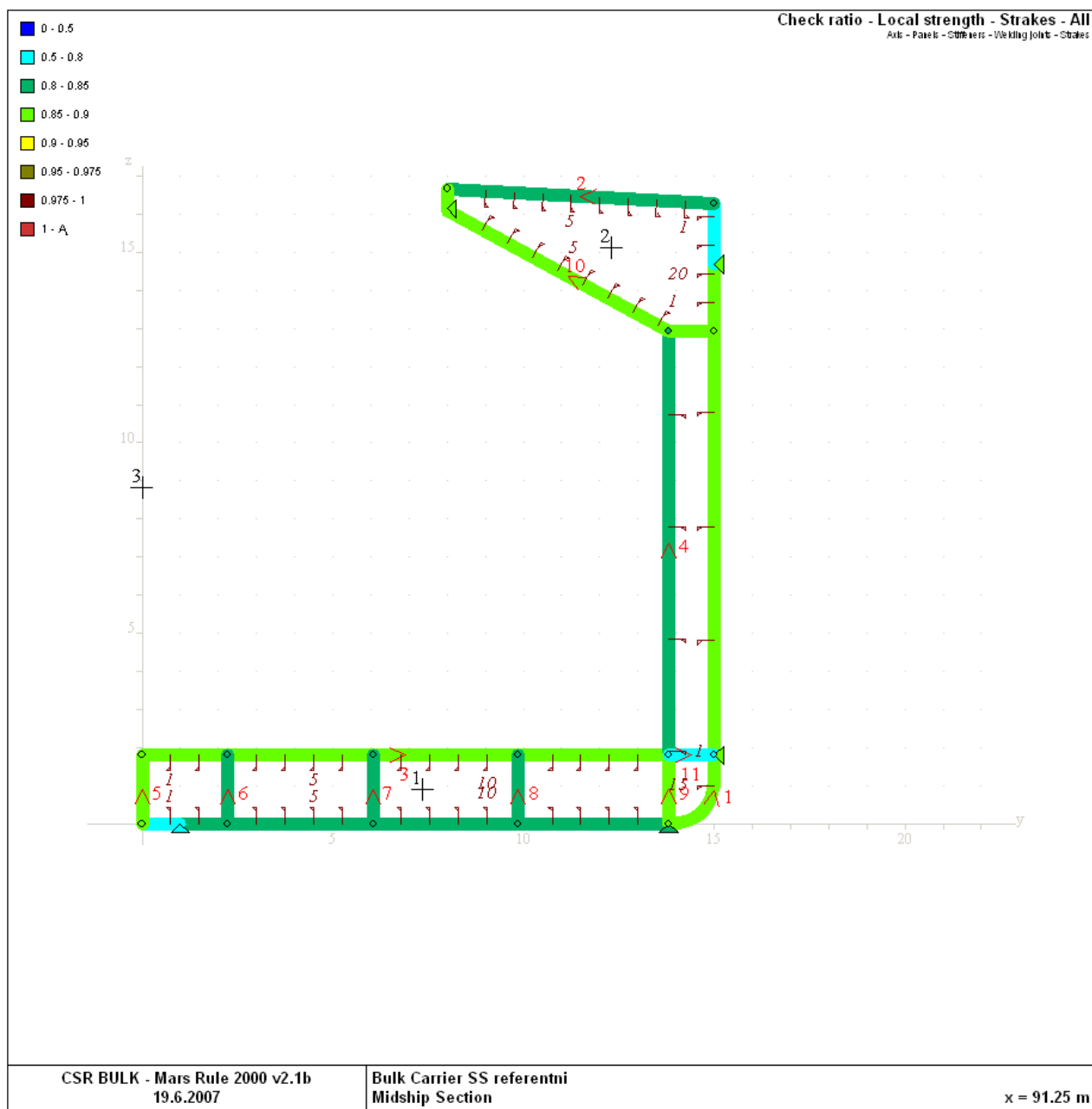
Slika 38. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2



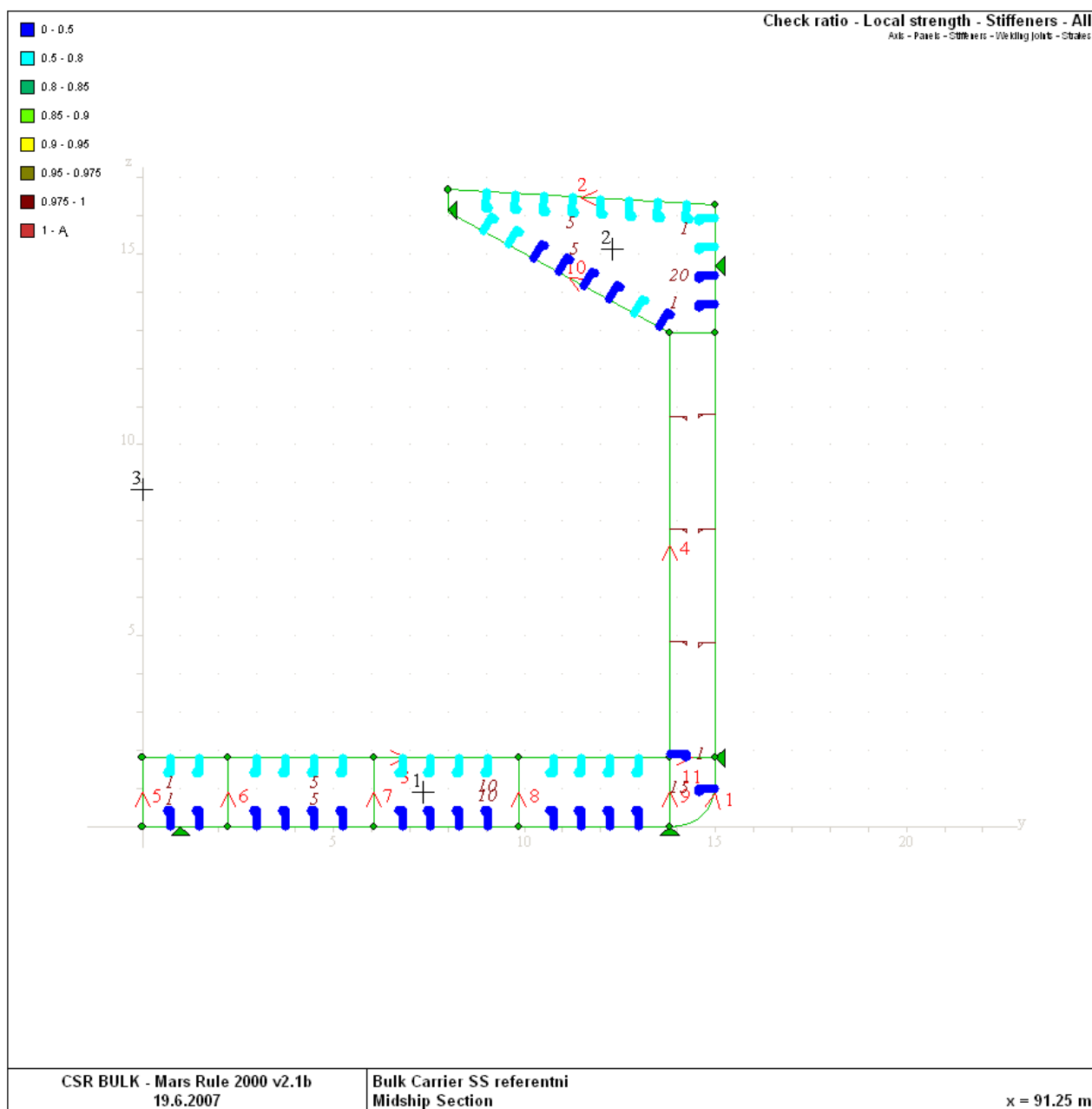
Slika 39. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2



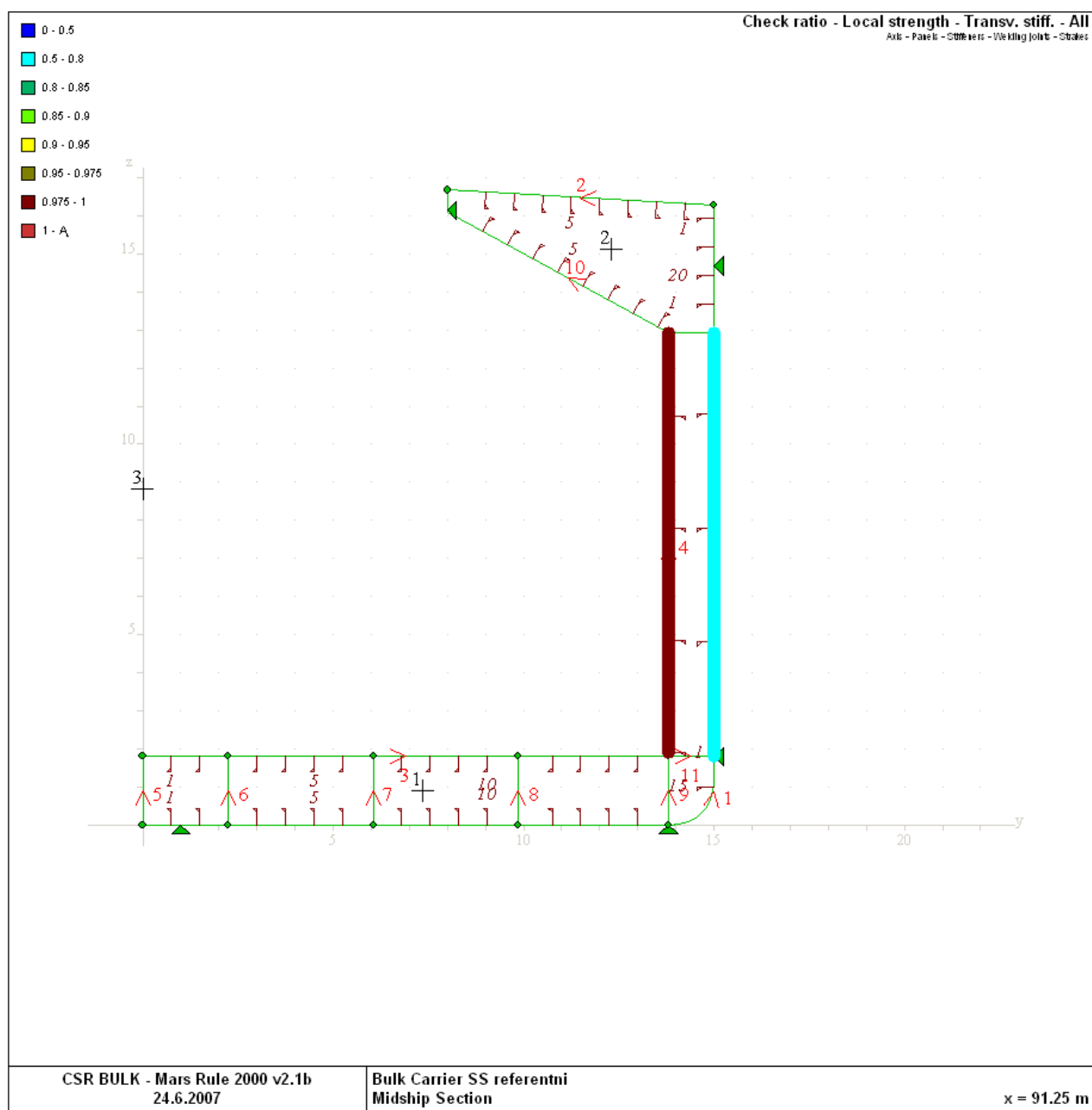
Slika 40. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2



Slika 41. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.2

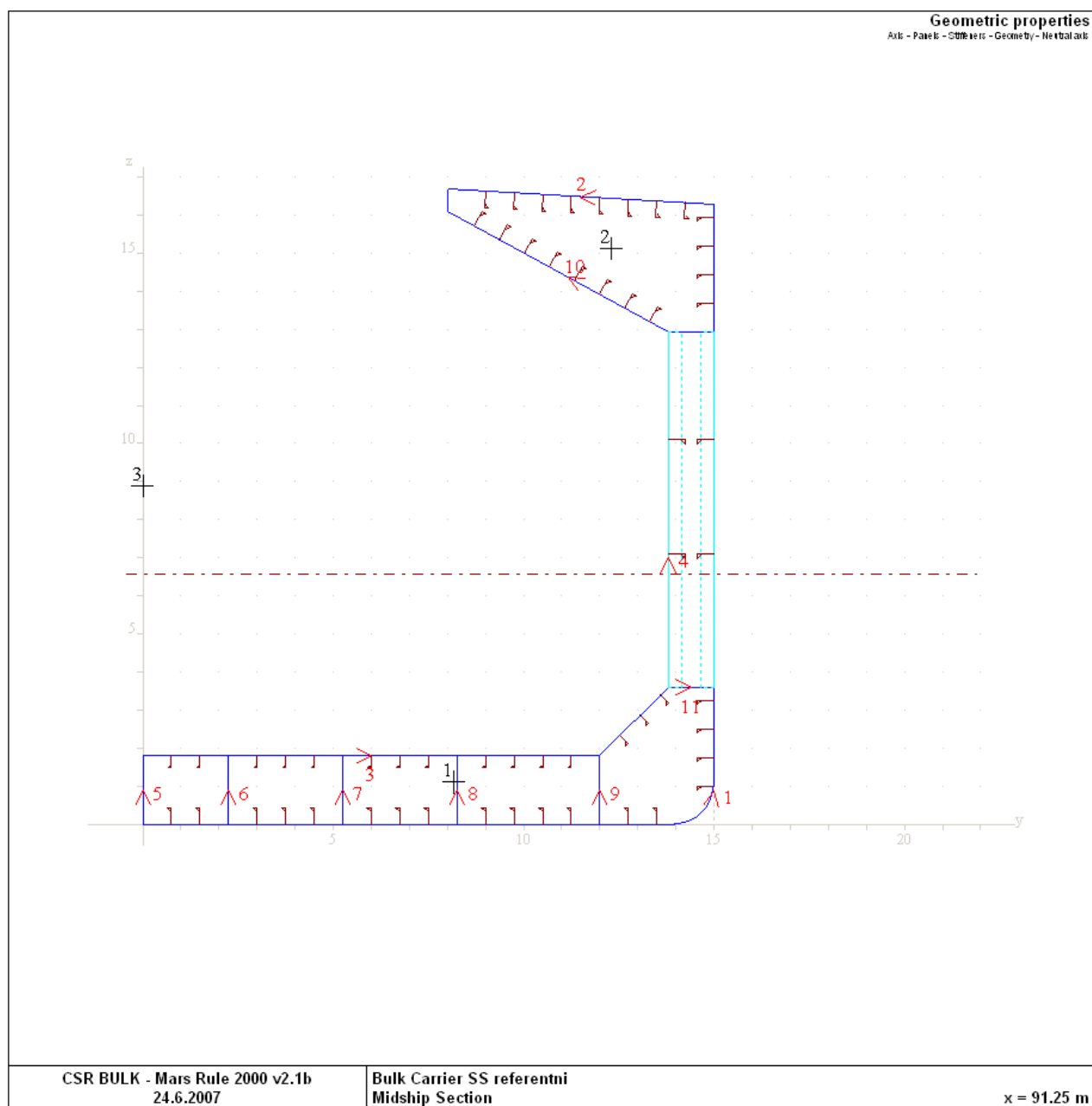


Slika 42. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.2

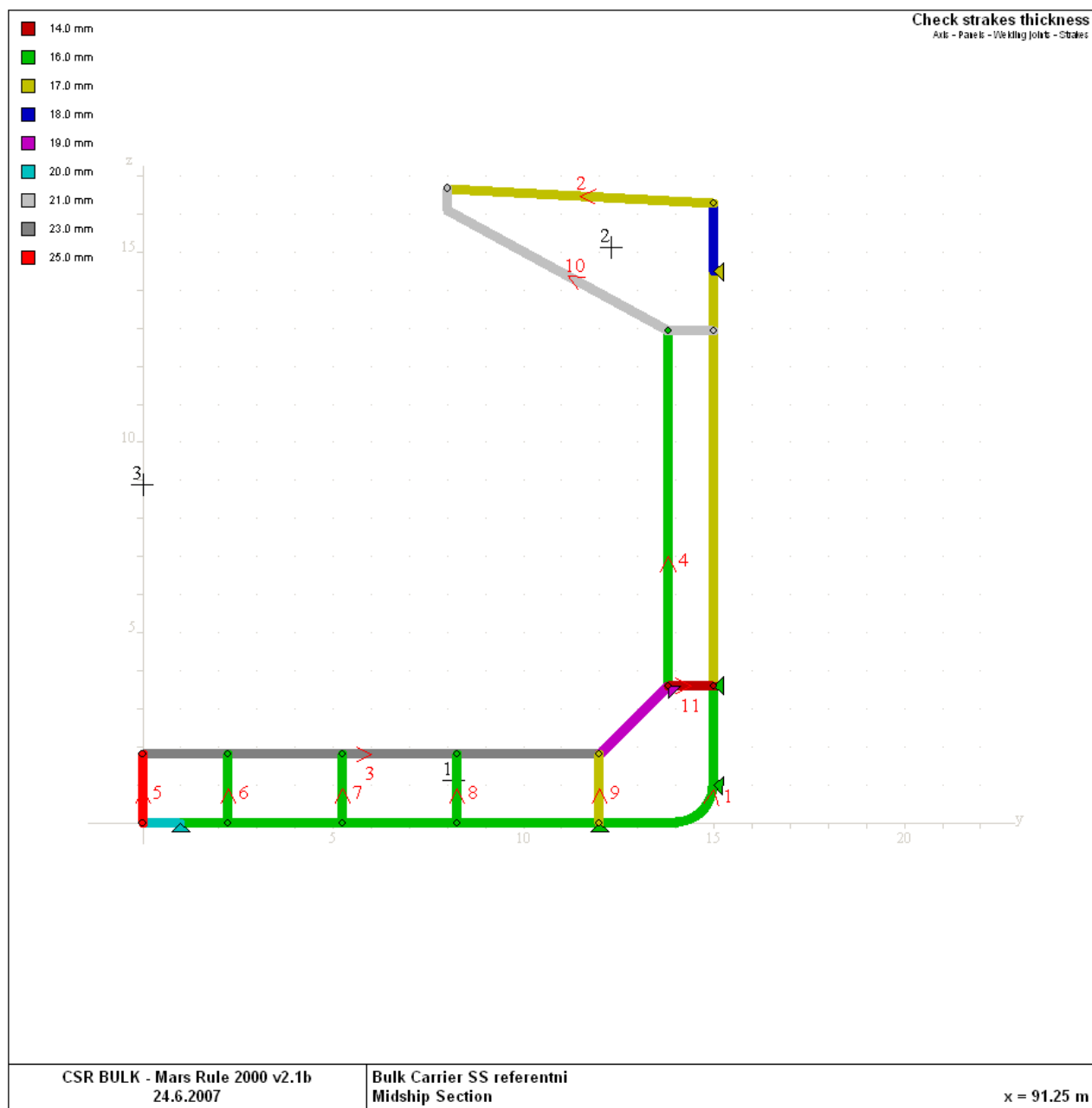


Slika 43. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.2

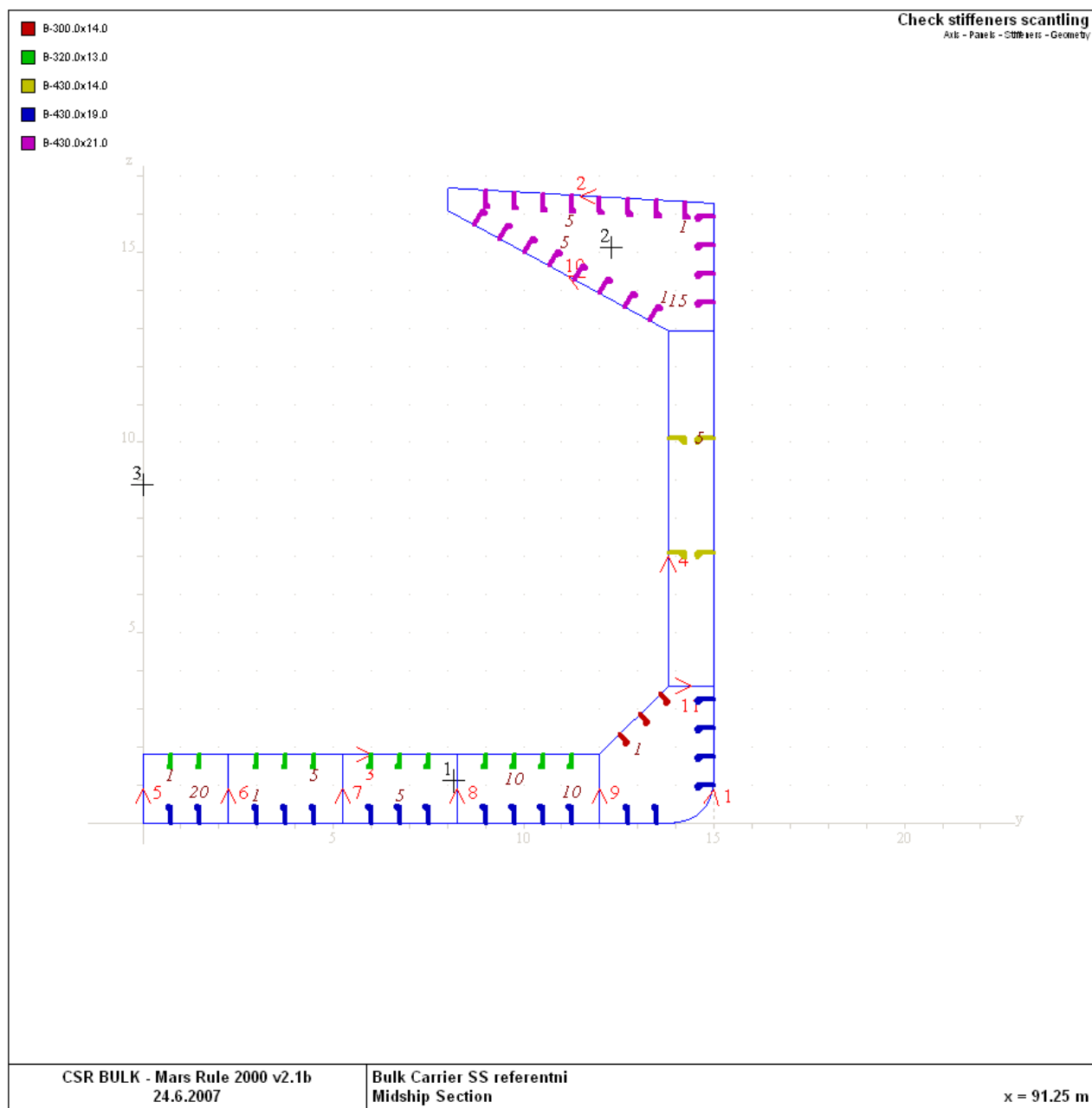
e) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.2-3-45**



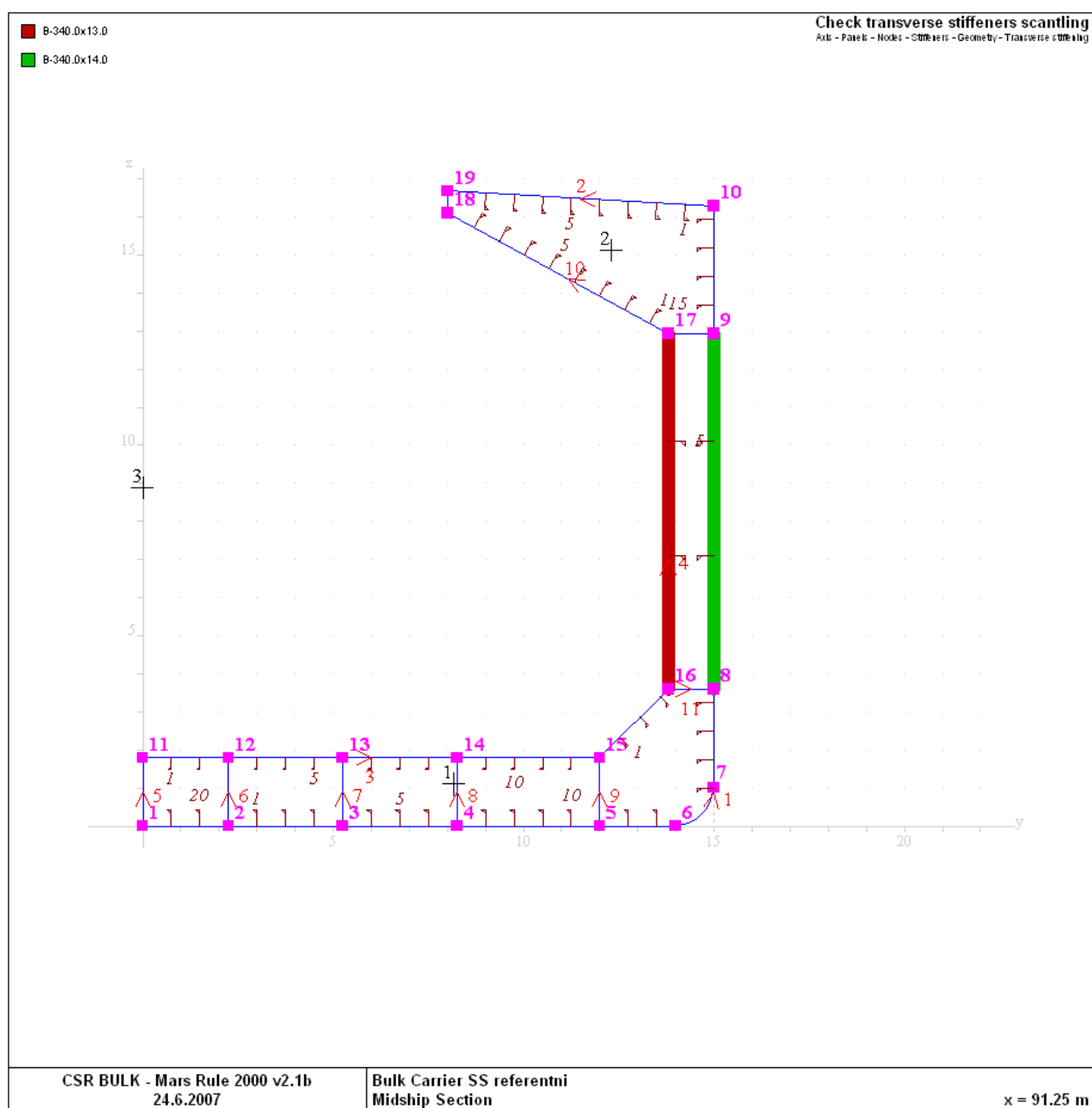
Slika 44. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-45



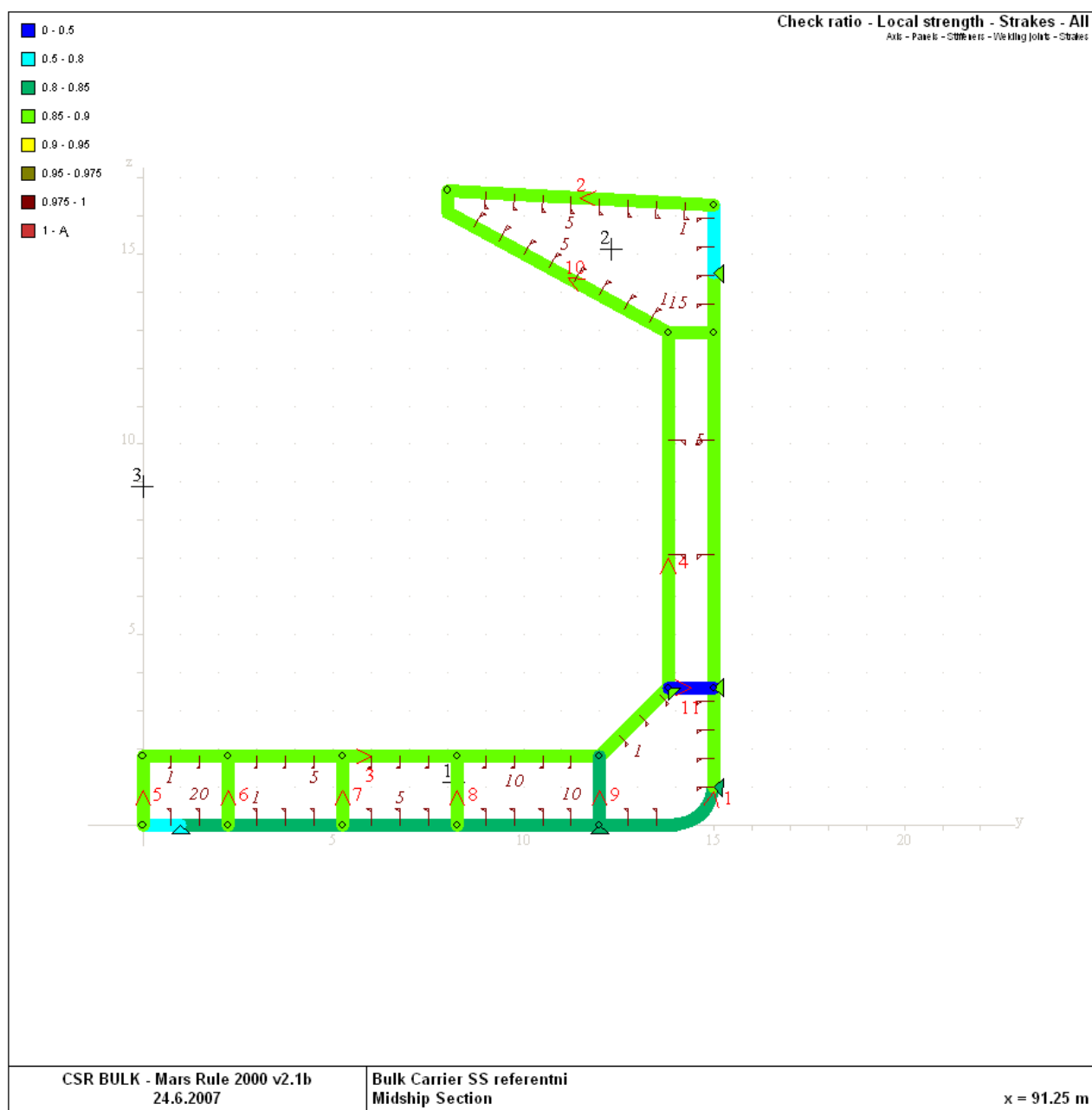
Slika 45. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-45



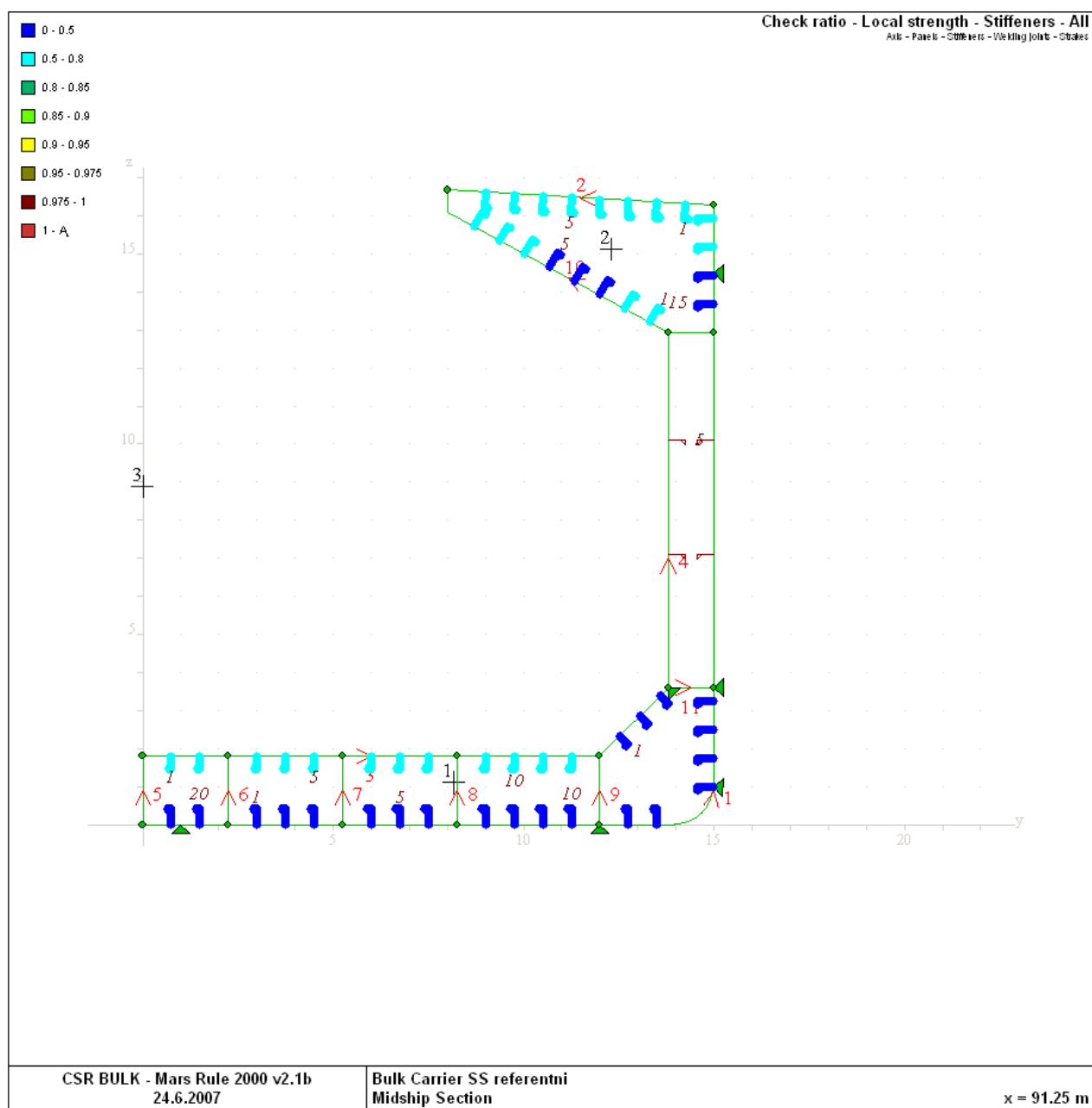
Slika 46. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-45



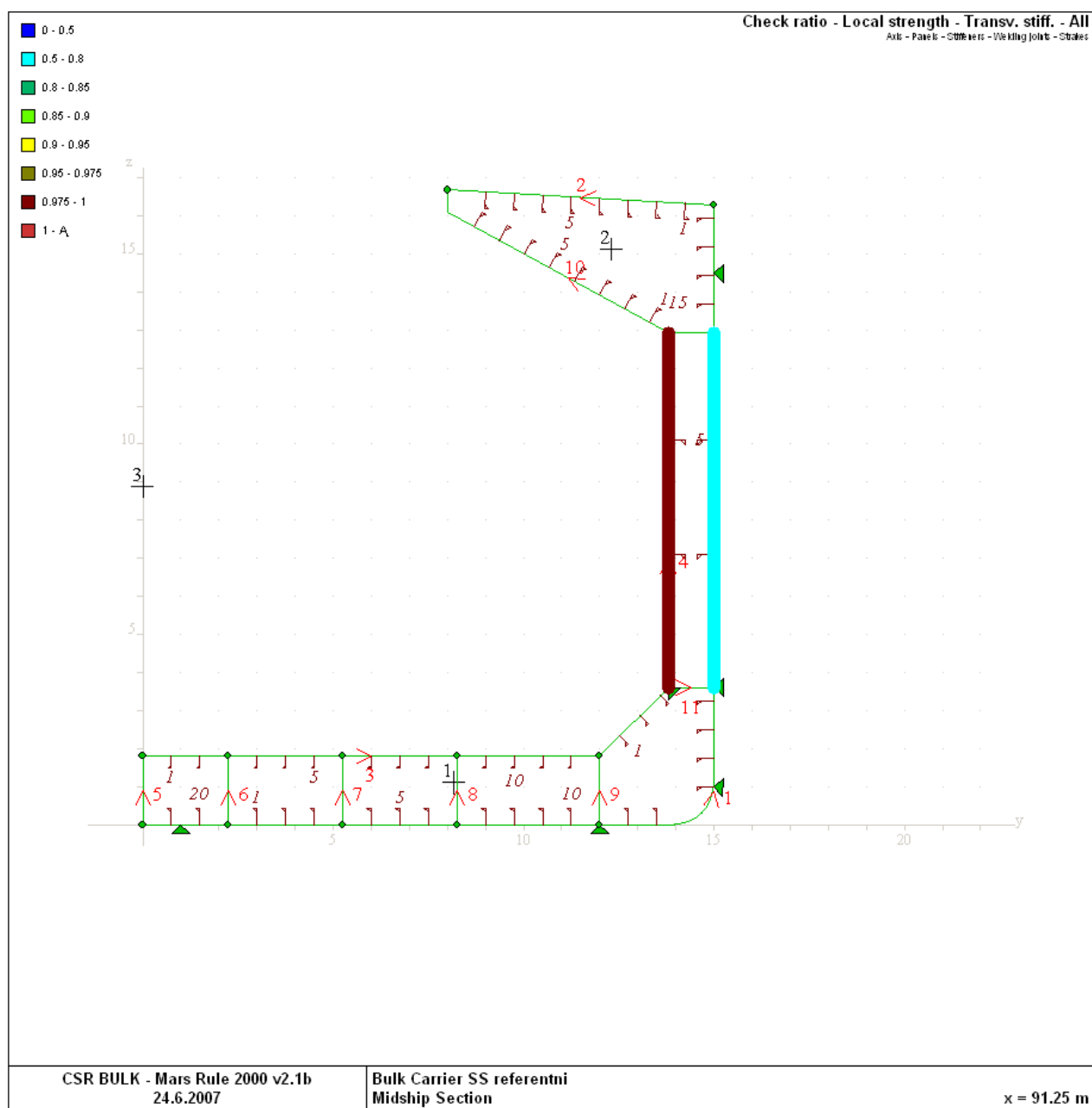
Slika 47. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra,
tip konstrukcije DS 1.2-3-45



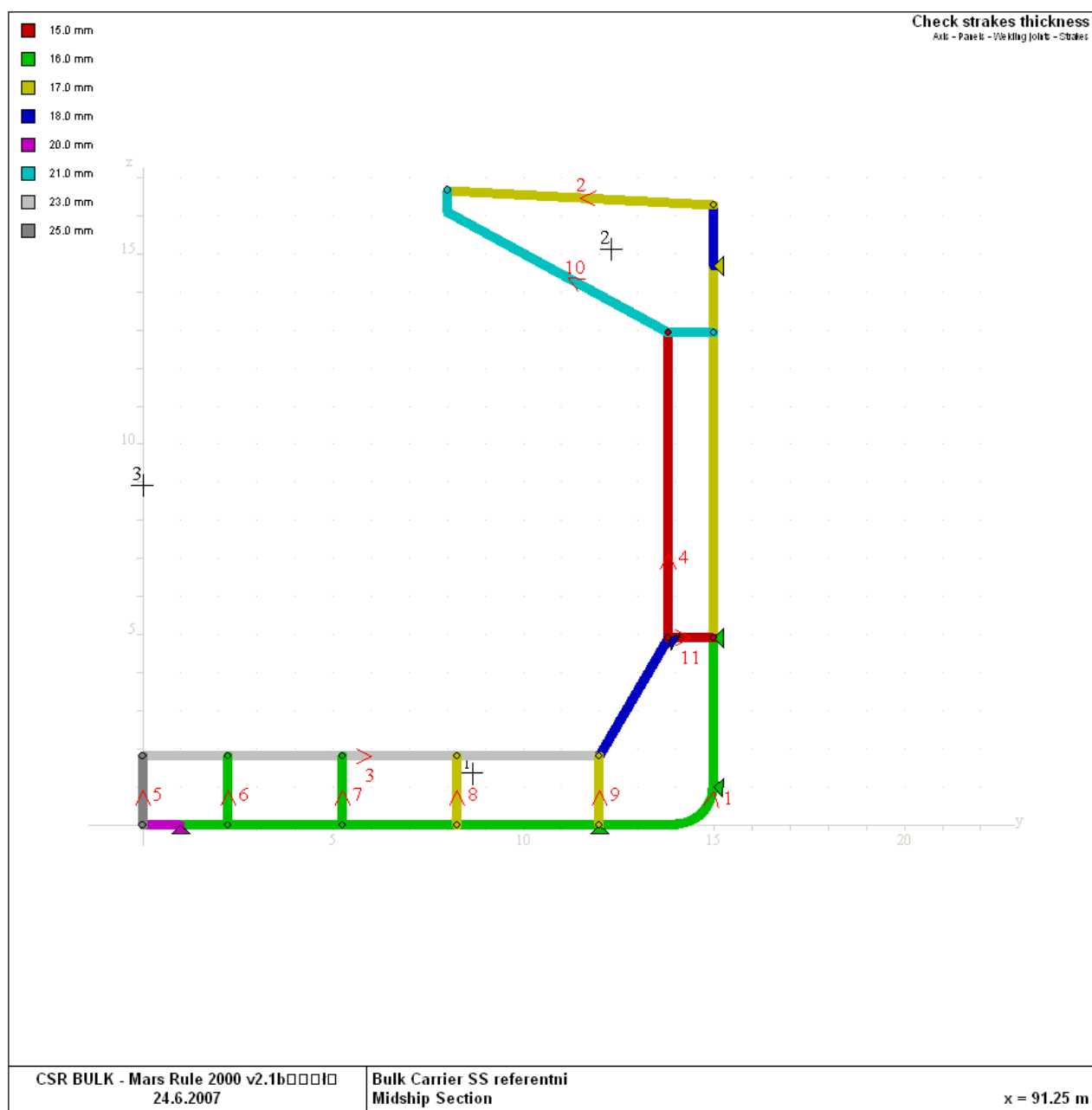
Slika 48. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebro, tip konstrukcije DS 1.2-3-45



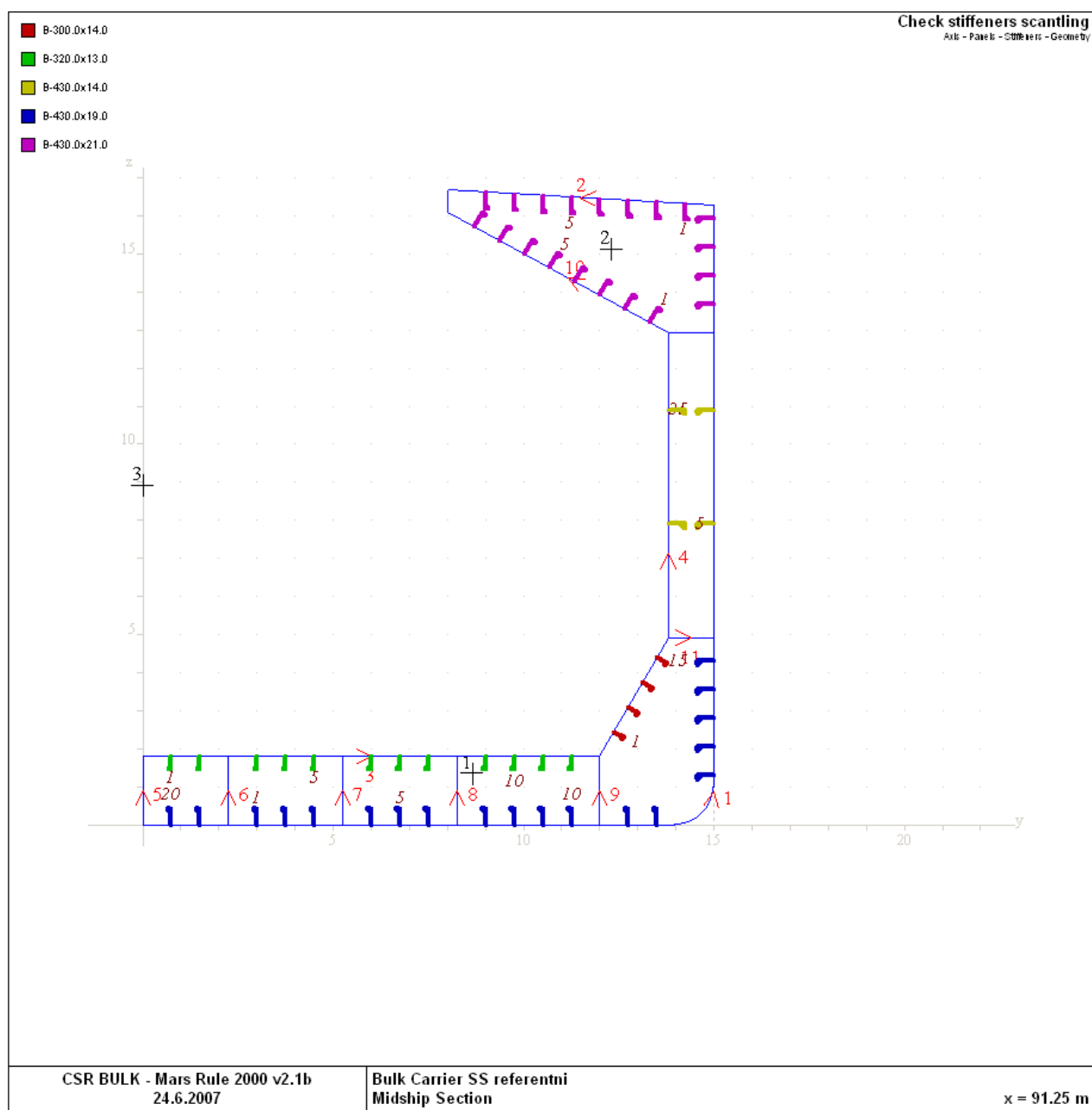
Slika 49. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.2-3-45



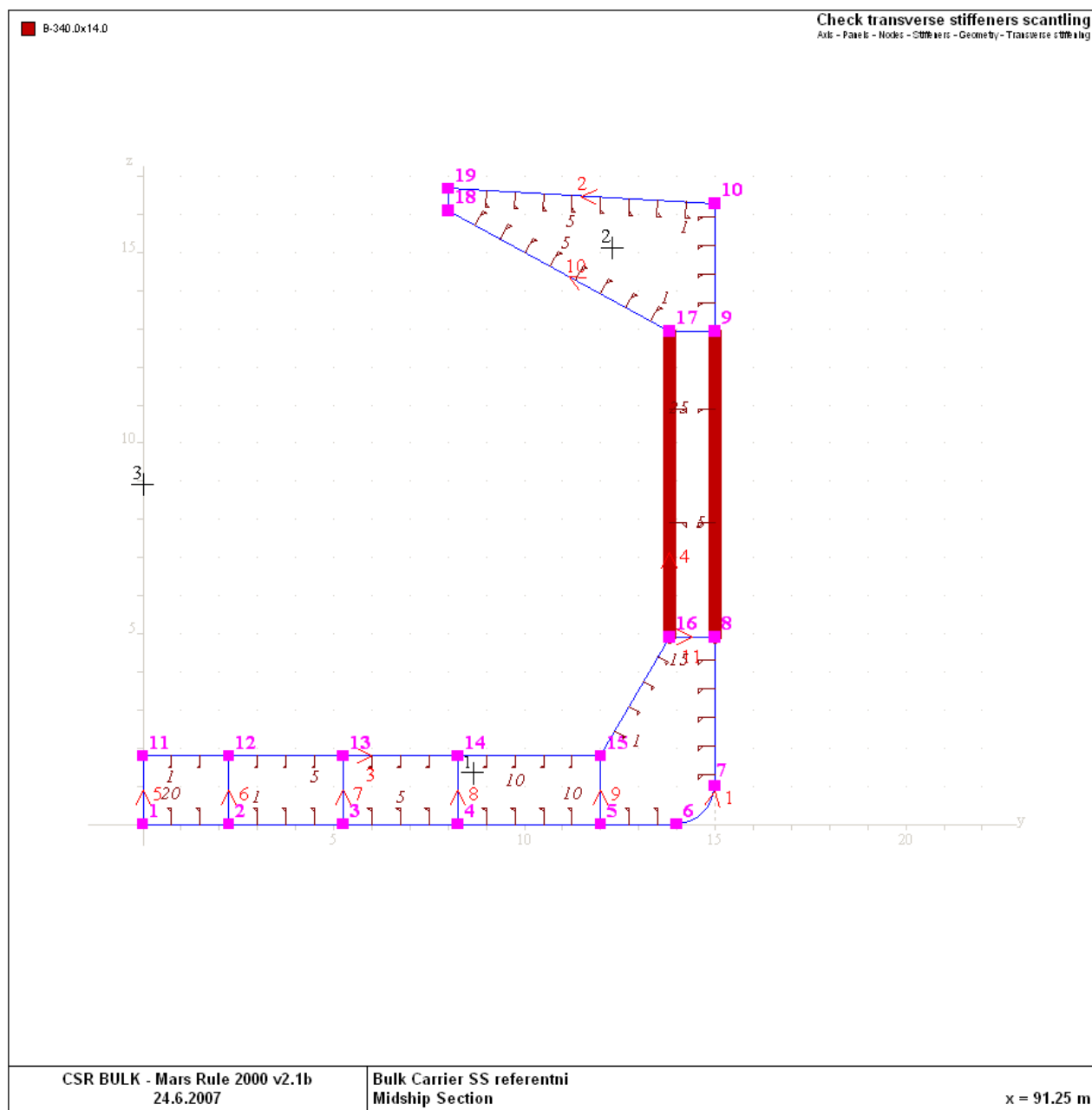
Slika 50. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.2-3-45



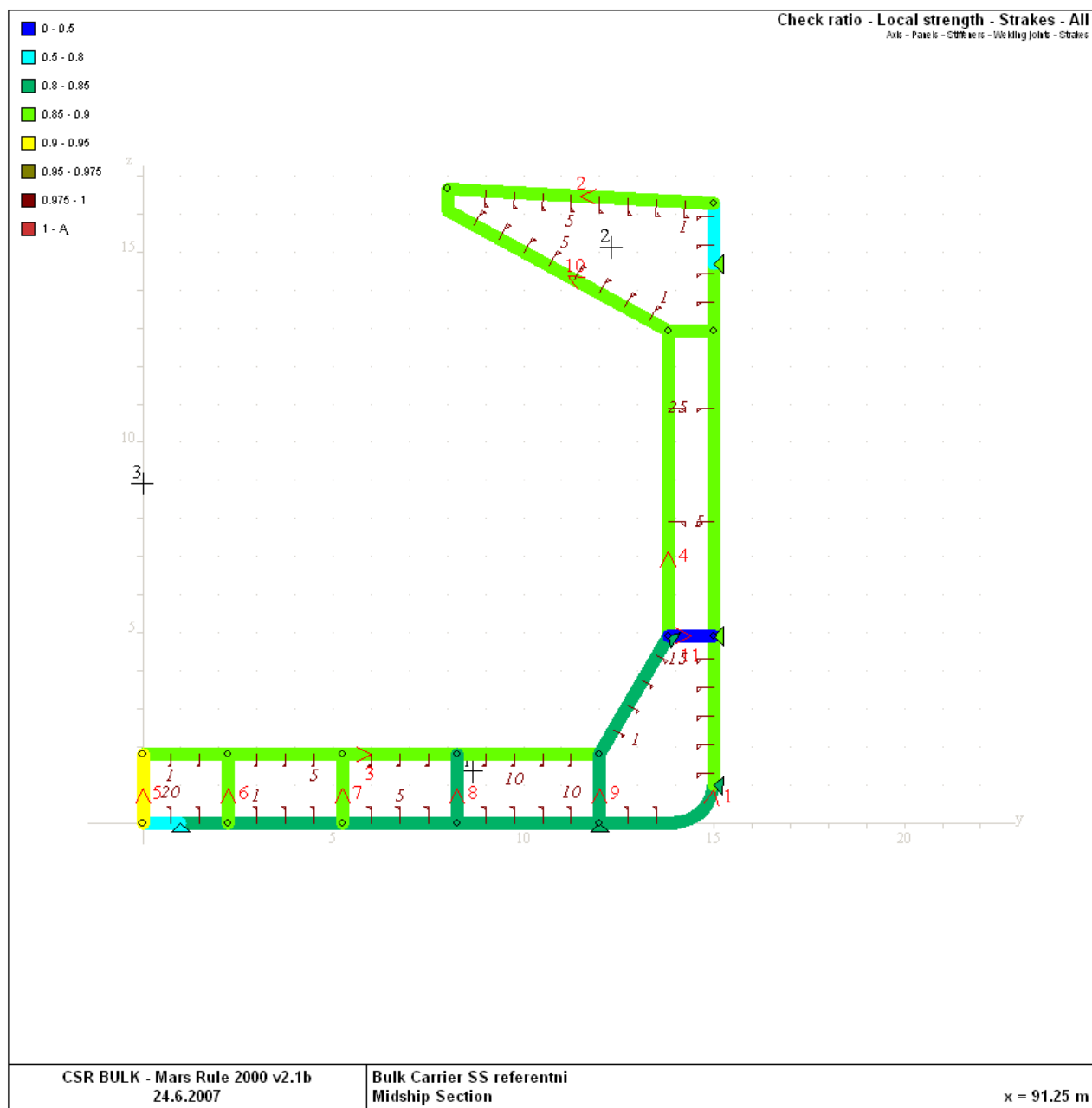
Slika 52. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-60



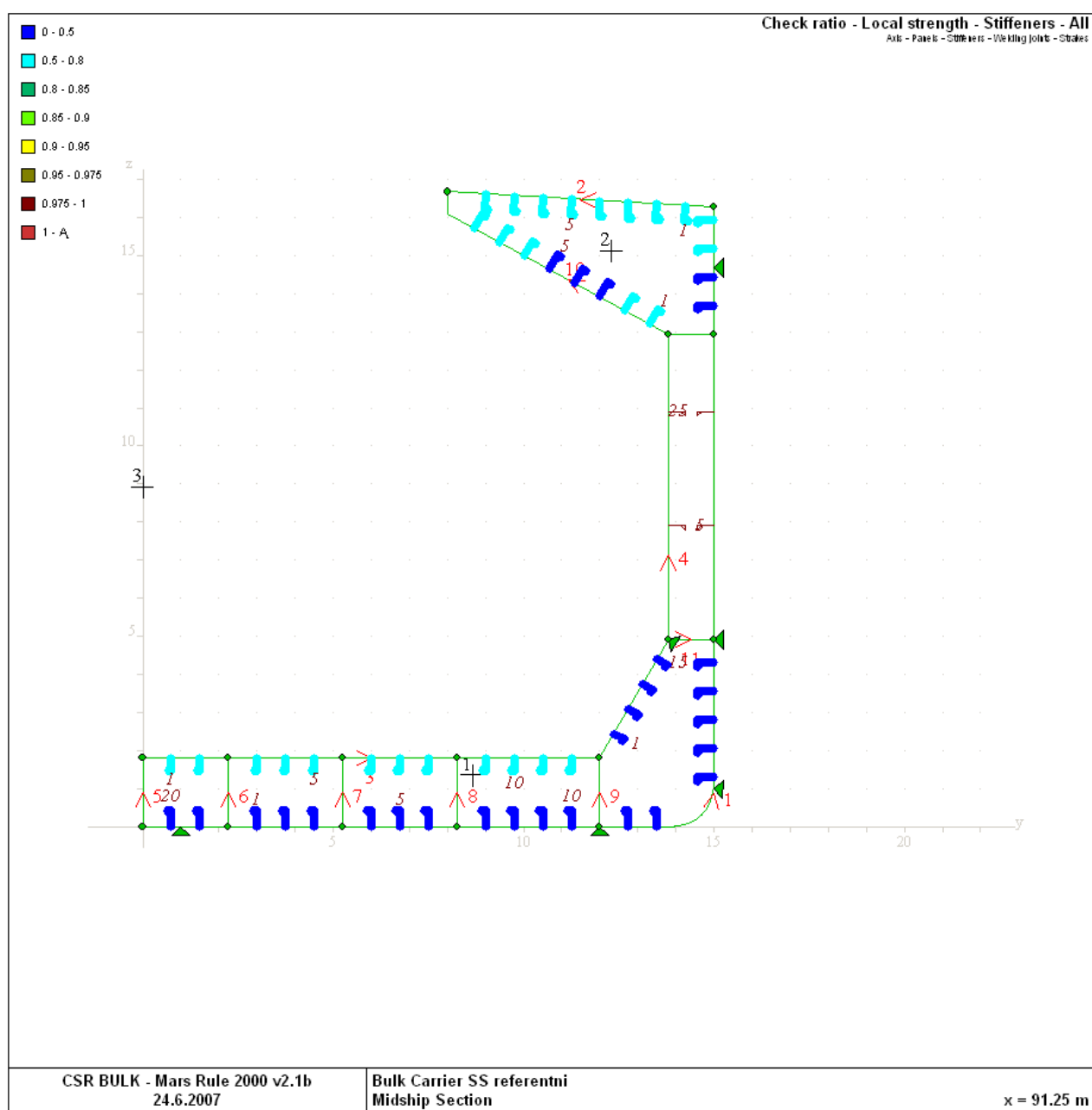
Slika 53. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.2-3-60



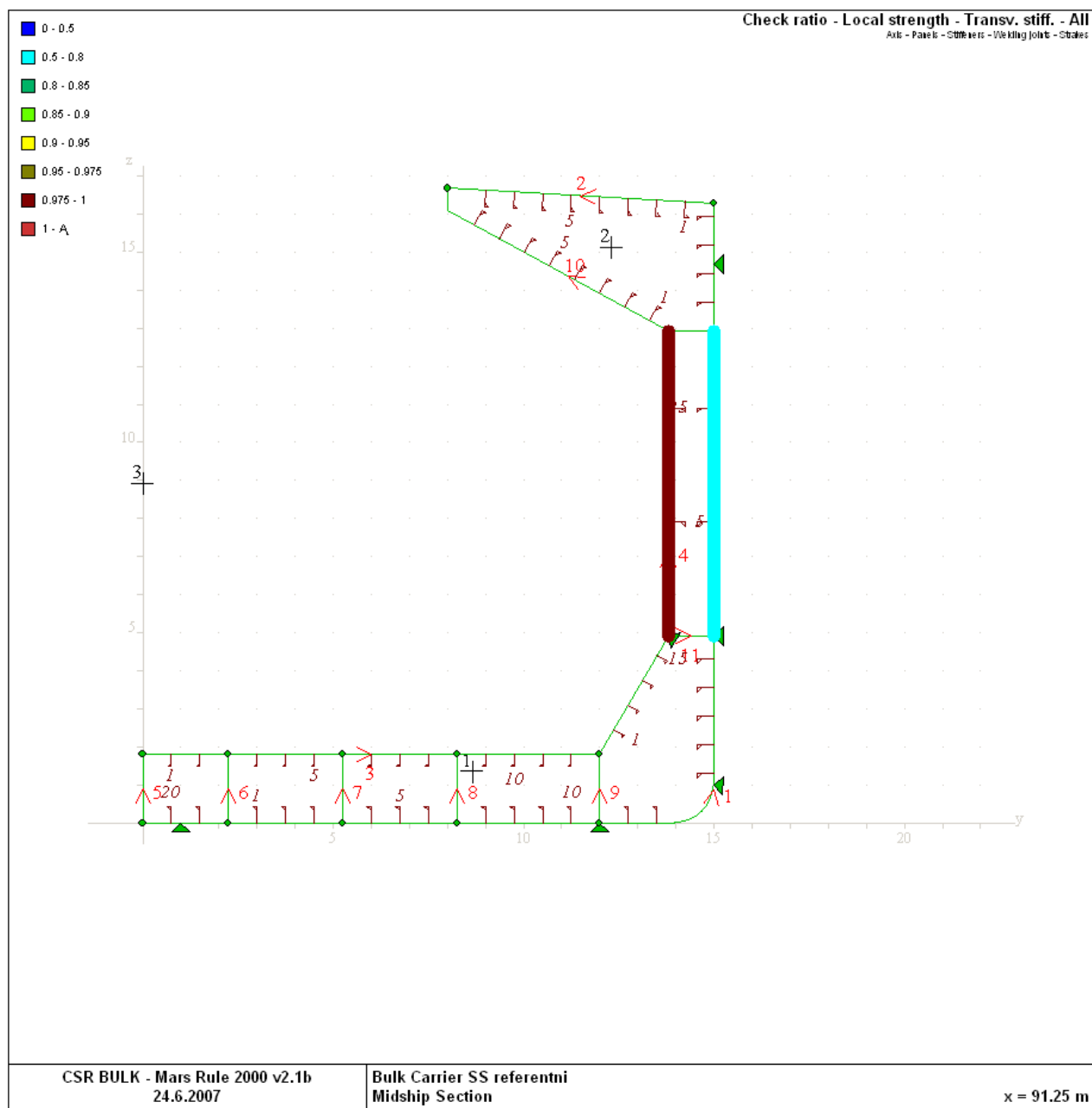
Slika 54. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra,
tip konstrukcije DS 1.2-3-60



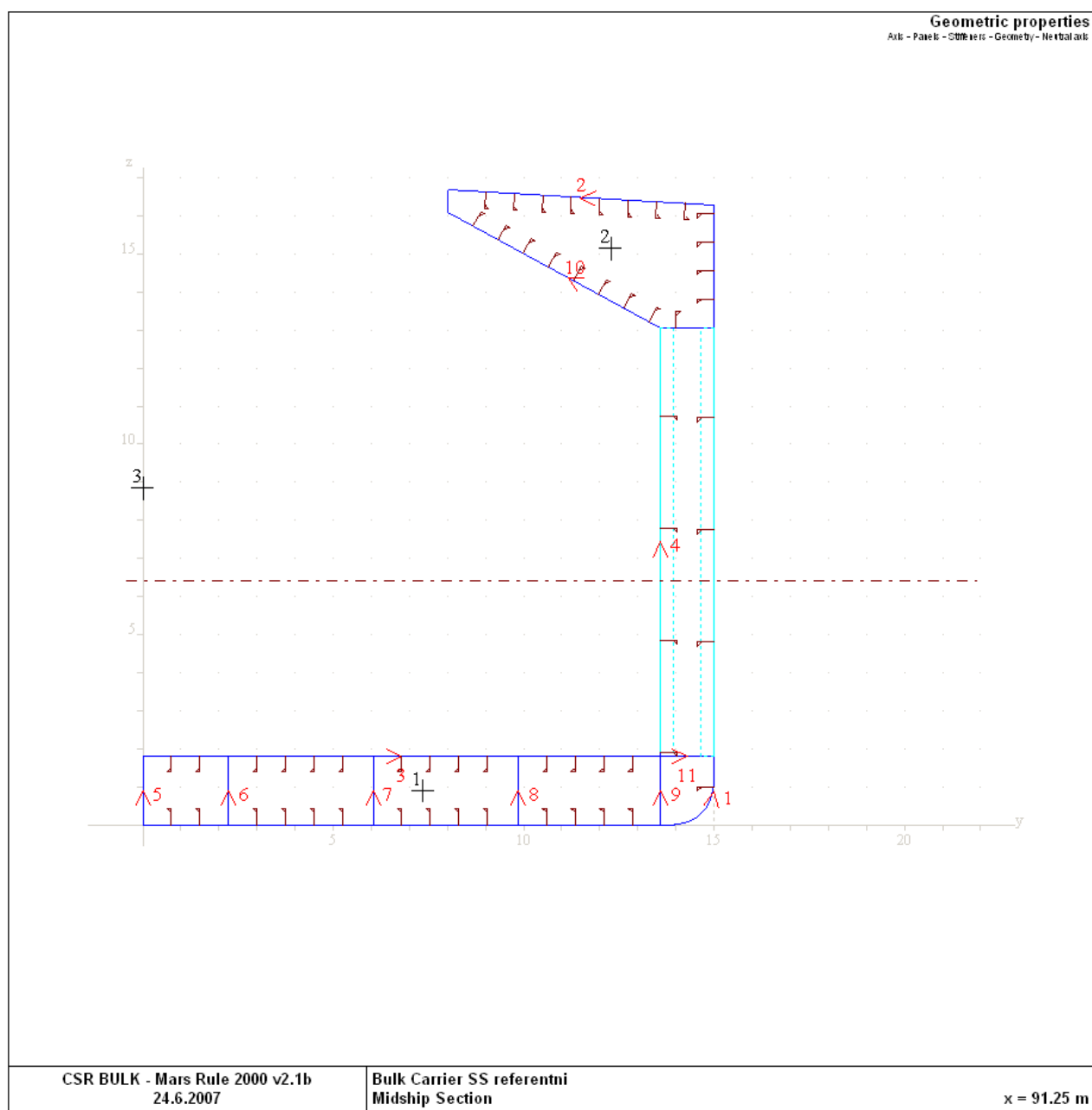
Slika 55. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebro, tip konstrukcije DS 1.2-3-60



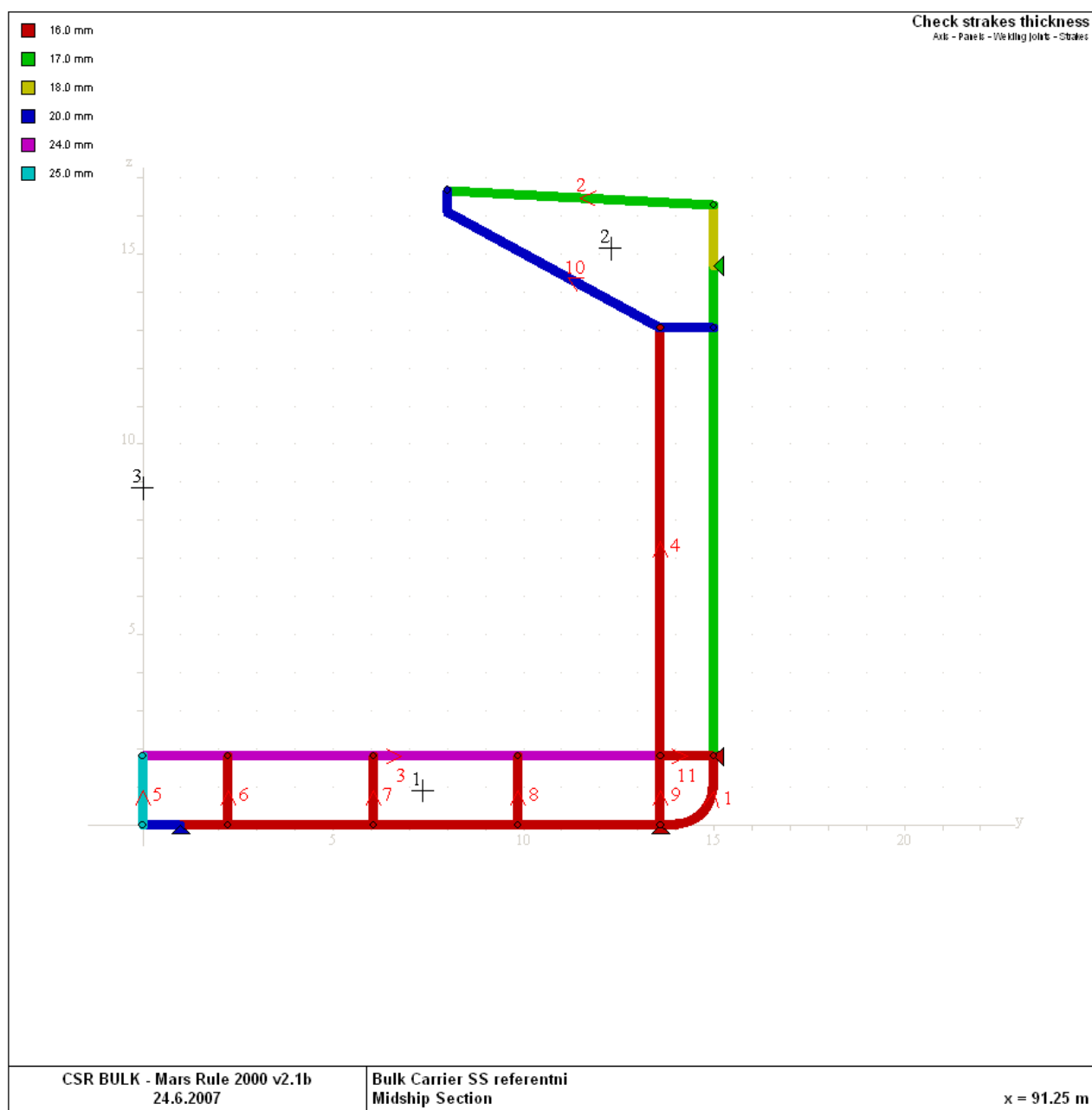
Slika 56. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.2-3-60



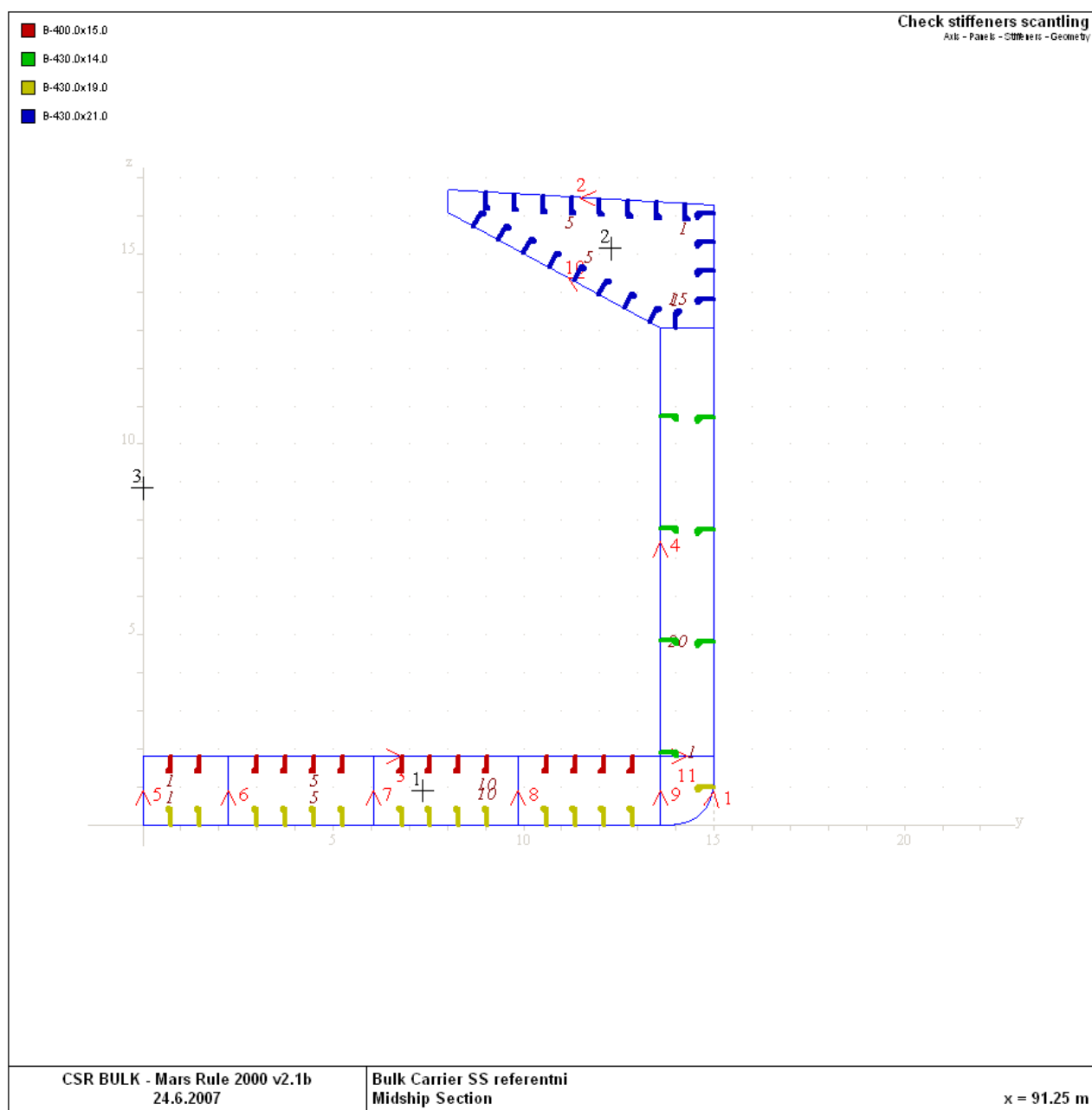
Slika 57. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.2-3-60

g) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.4**

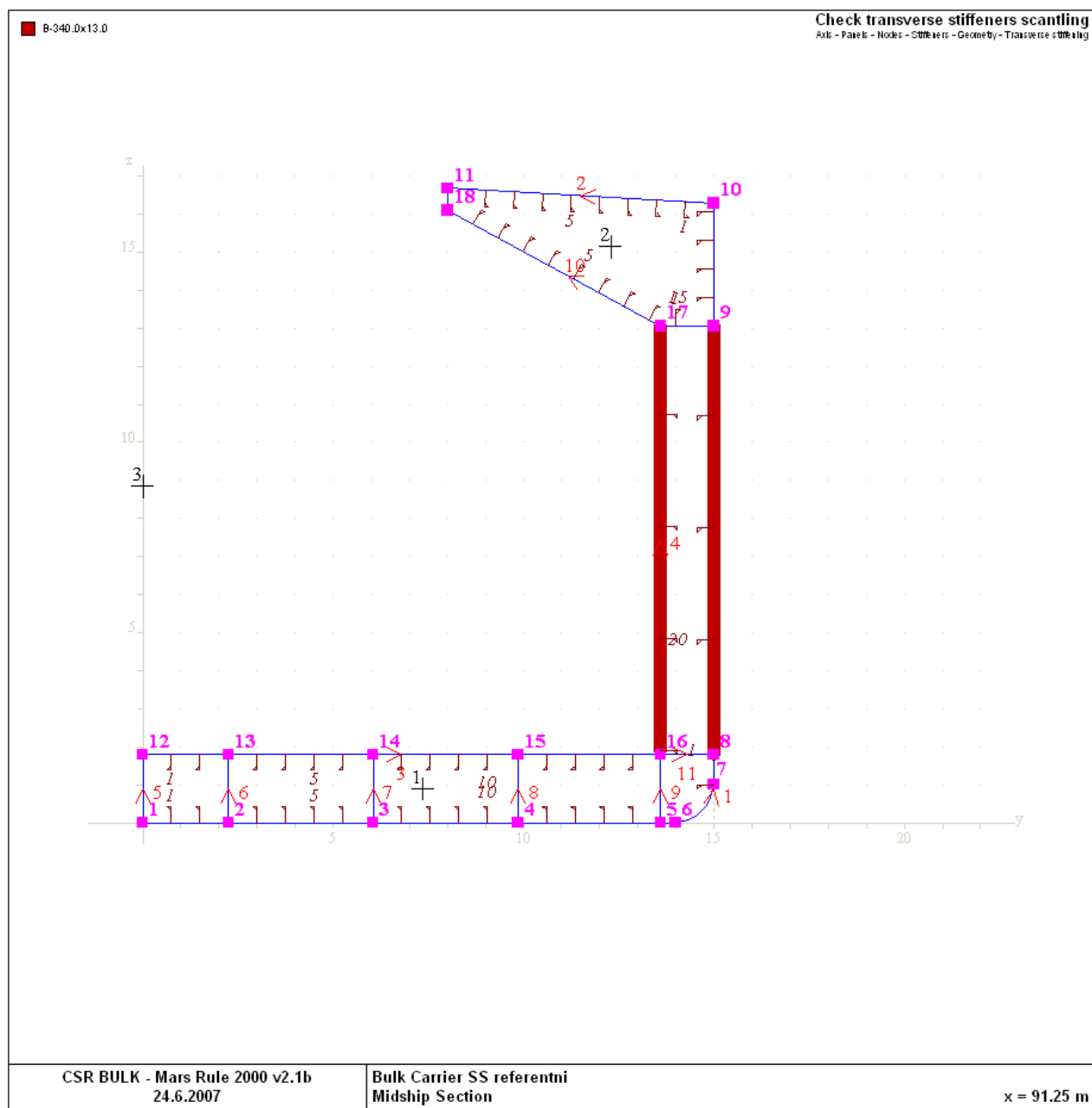
Slika 58. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4



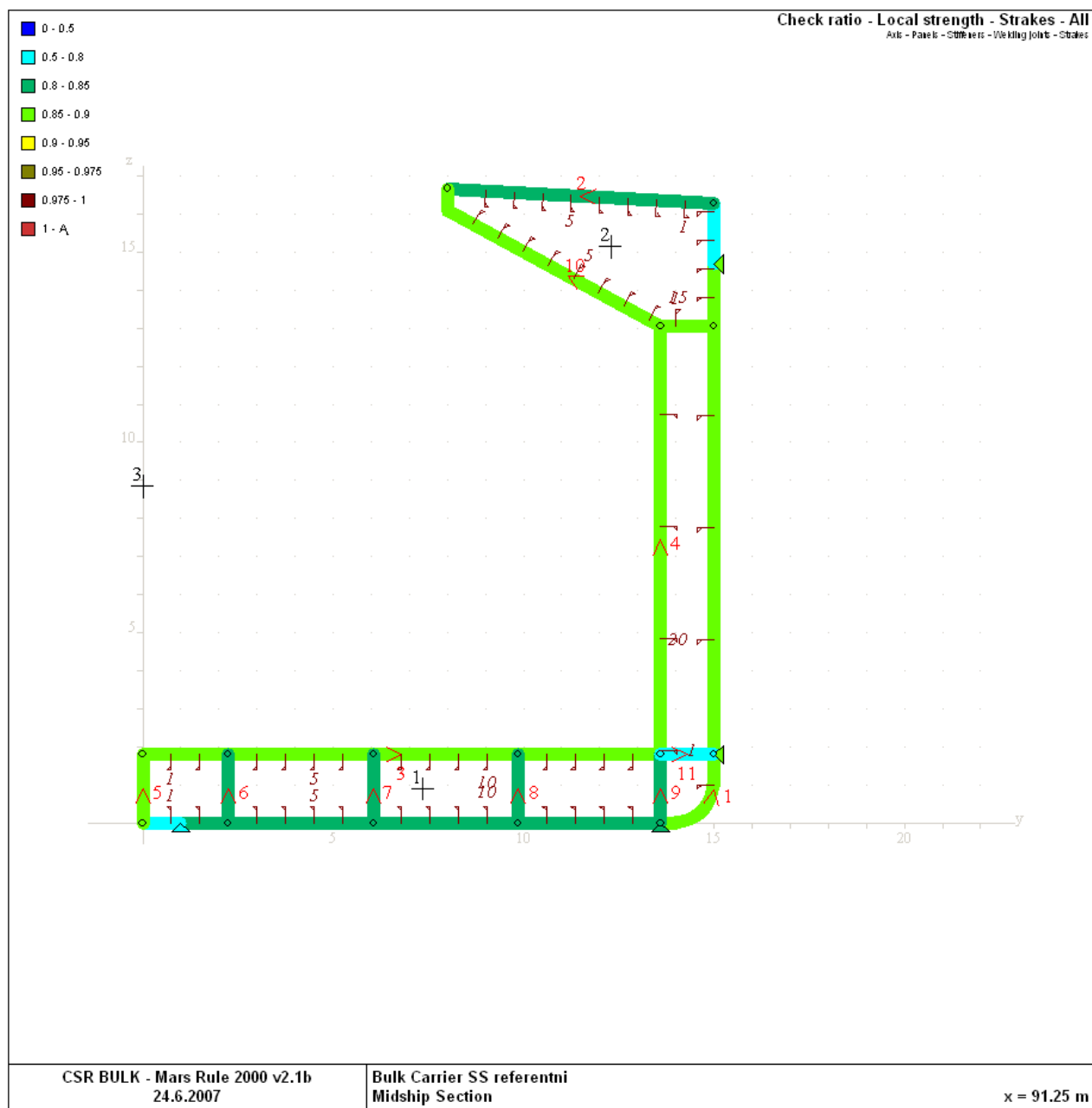
Slika 59. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4



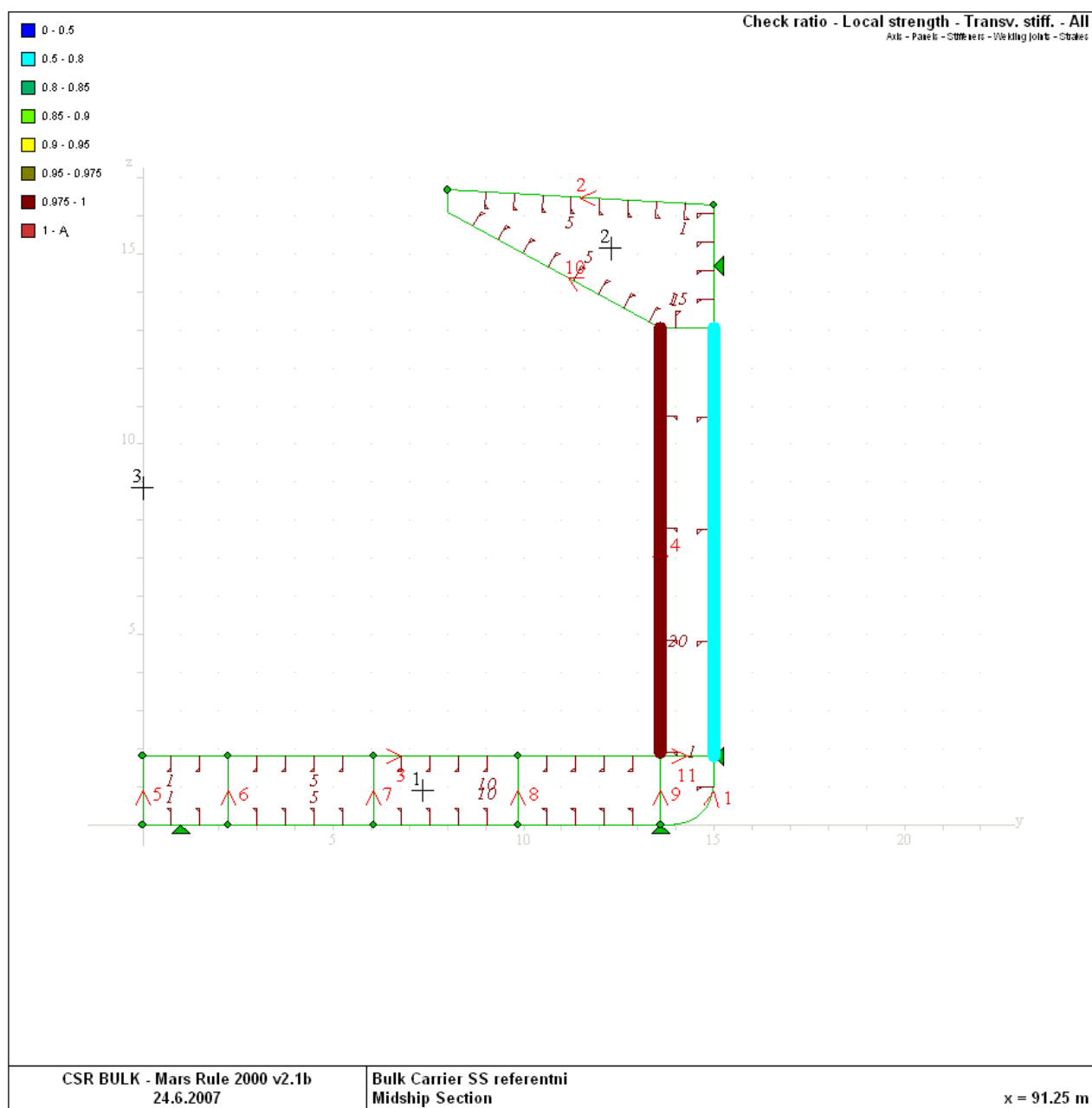
Slika 60. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4



Slika 61. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4

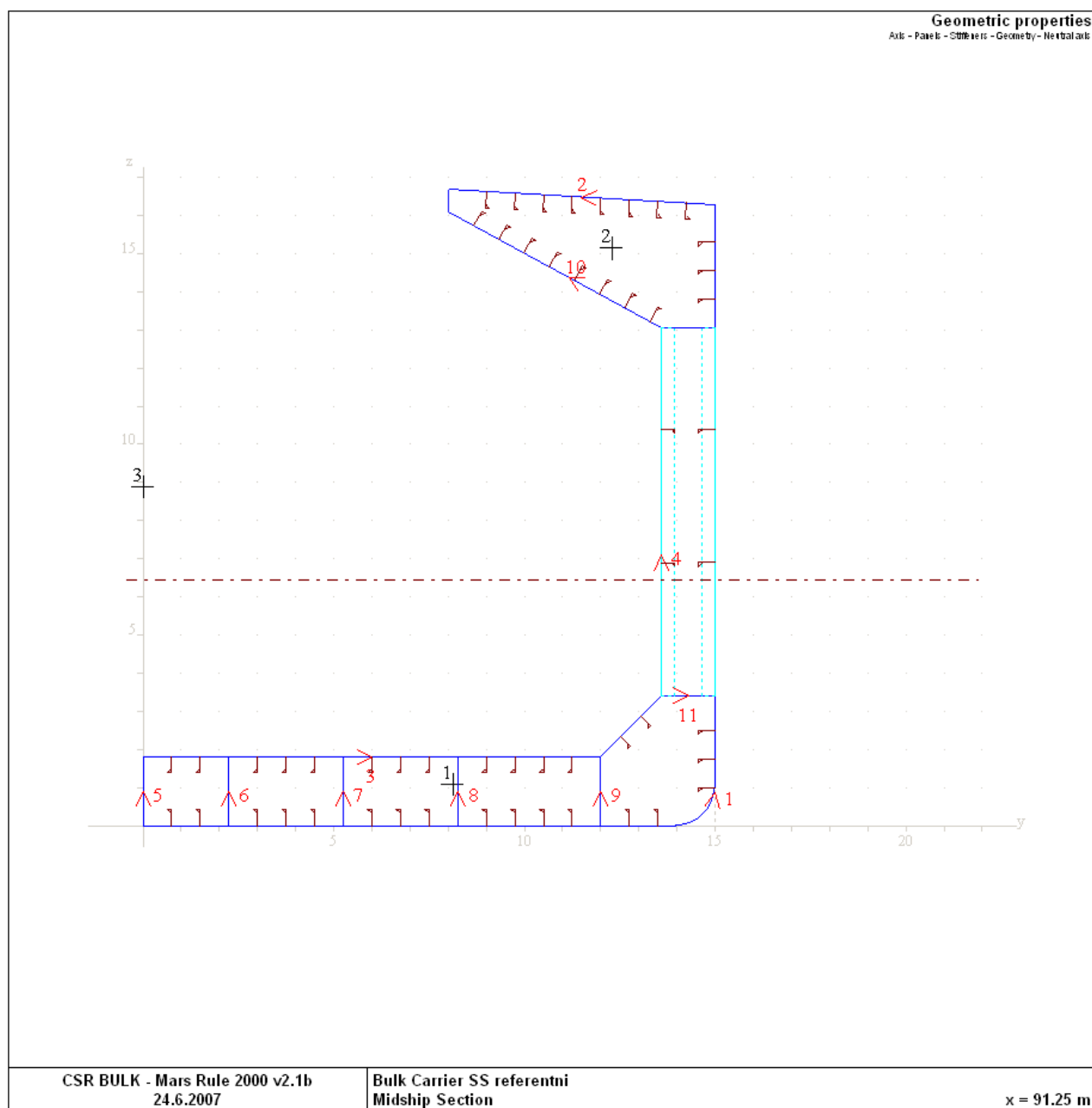


Slika 62. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4

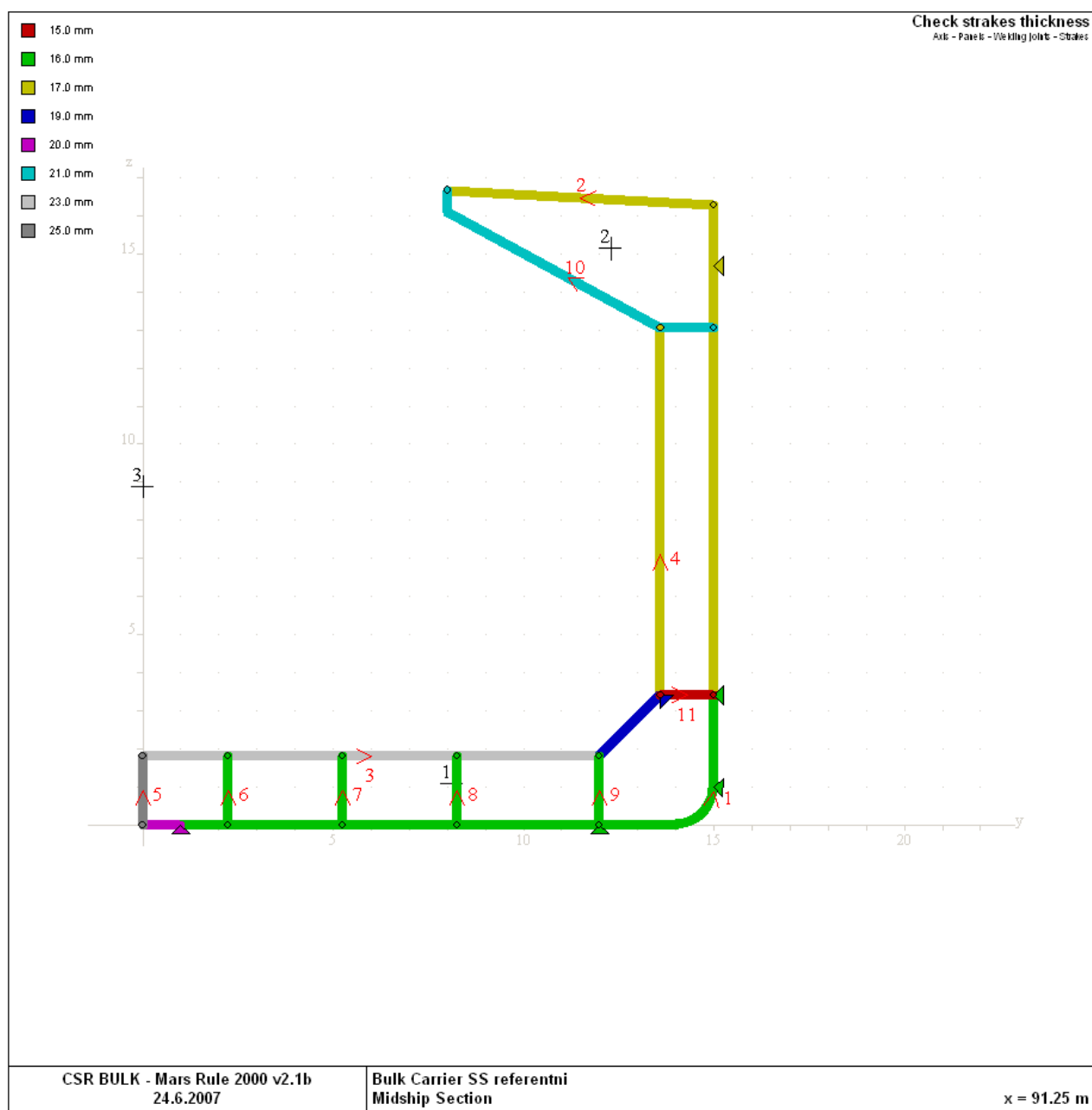


Slika 64. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.4

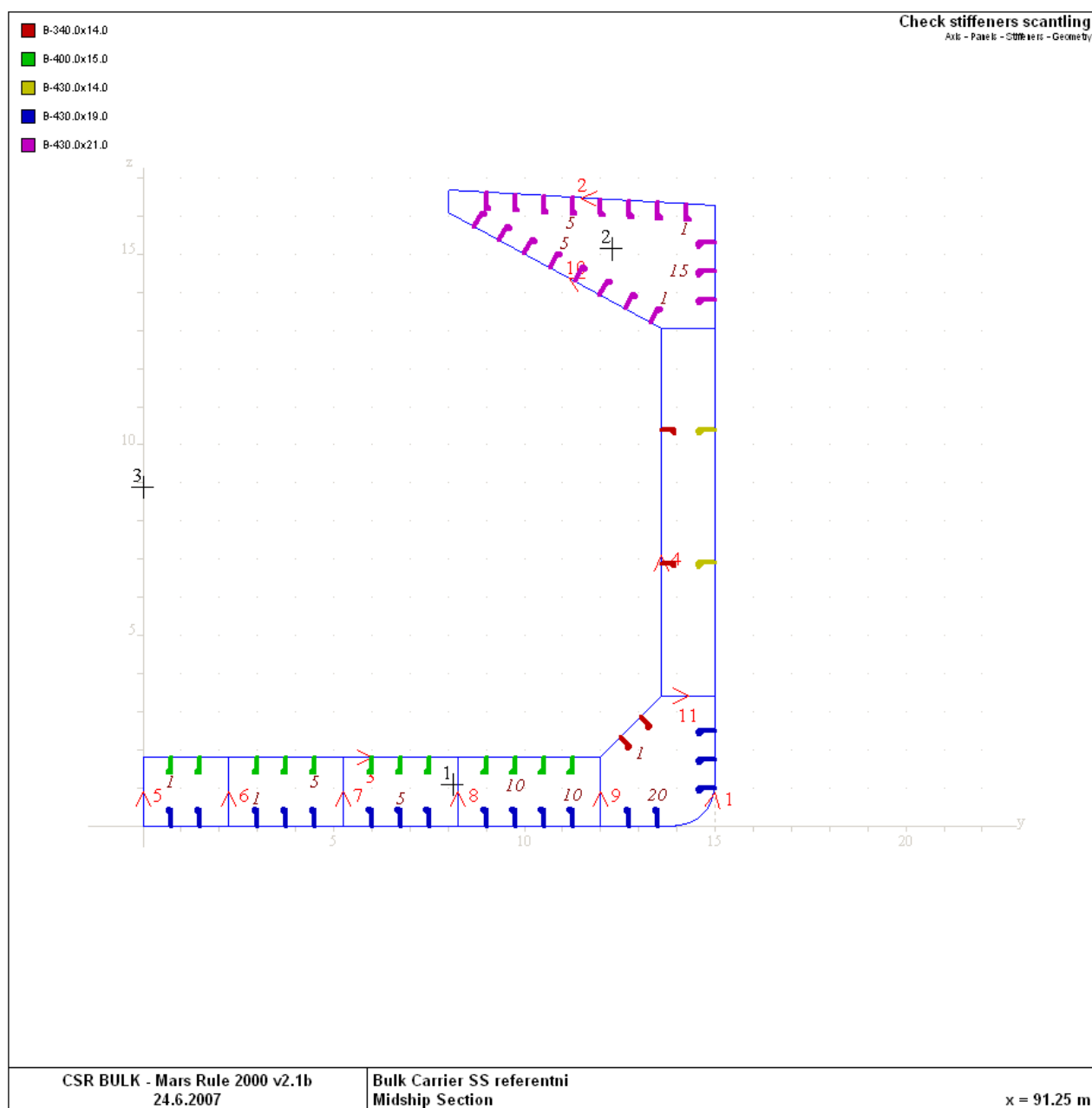
h) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.4-3-45**



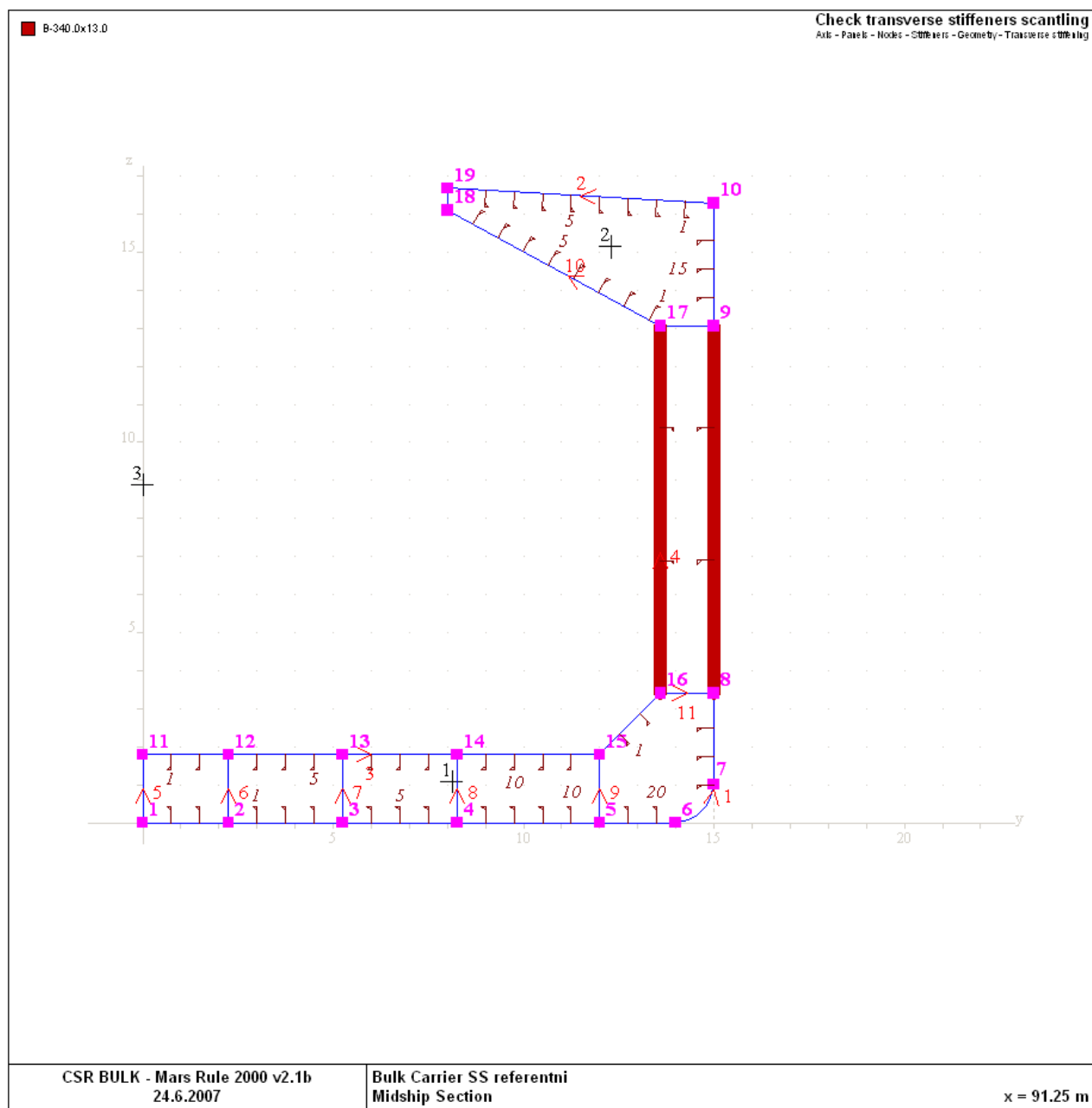
Slika 65. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-45



Slika 66. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-45

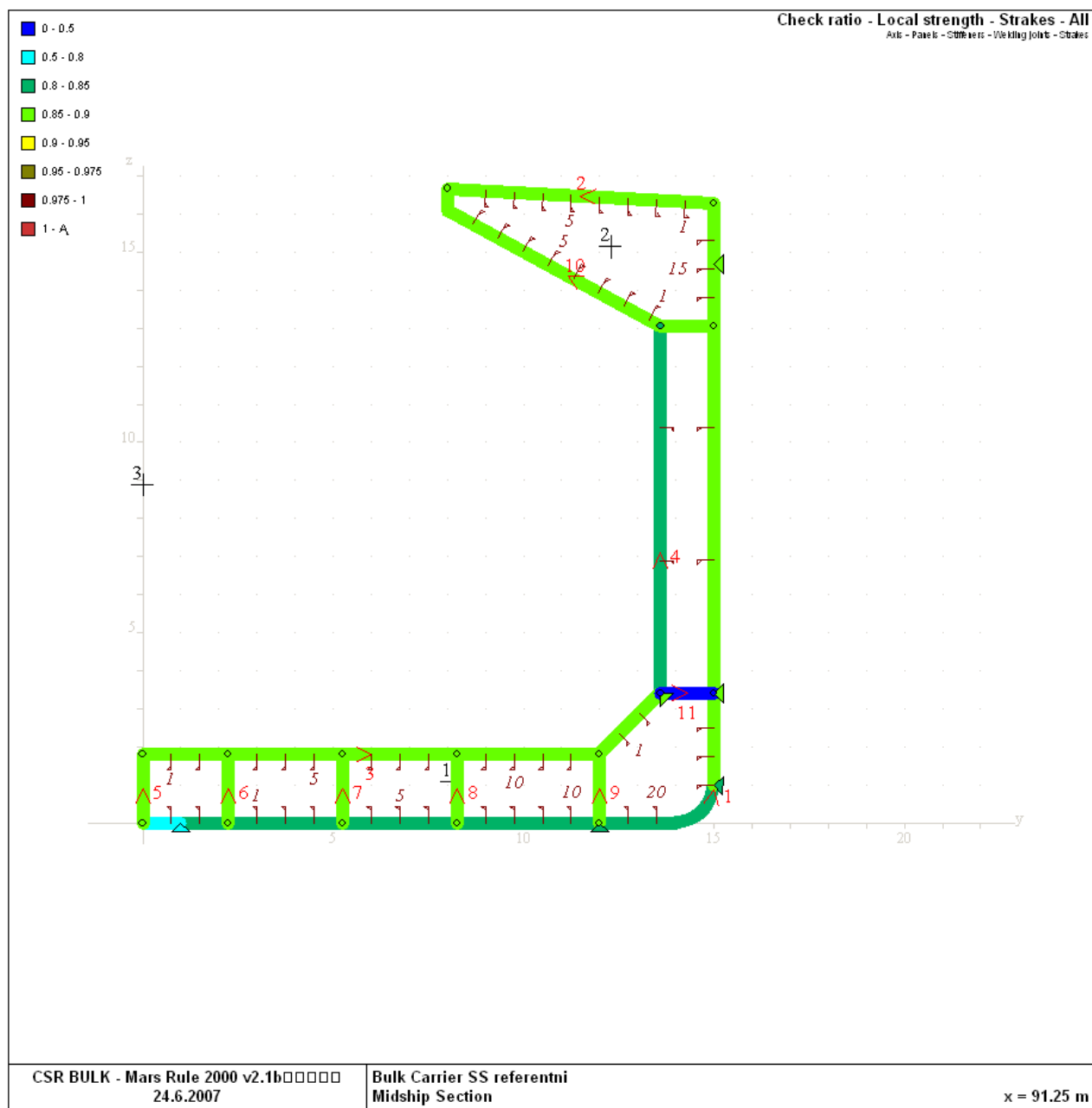


Slika 67. Dimenzije uzdužnih elemenata na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-45

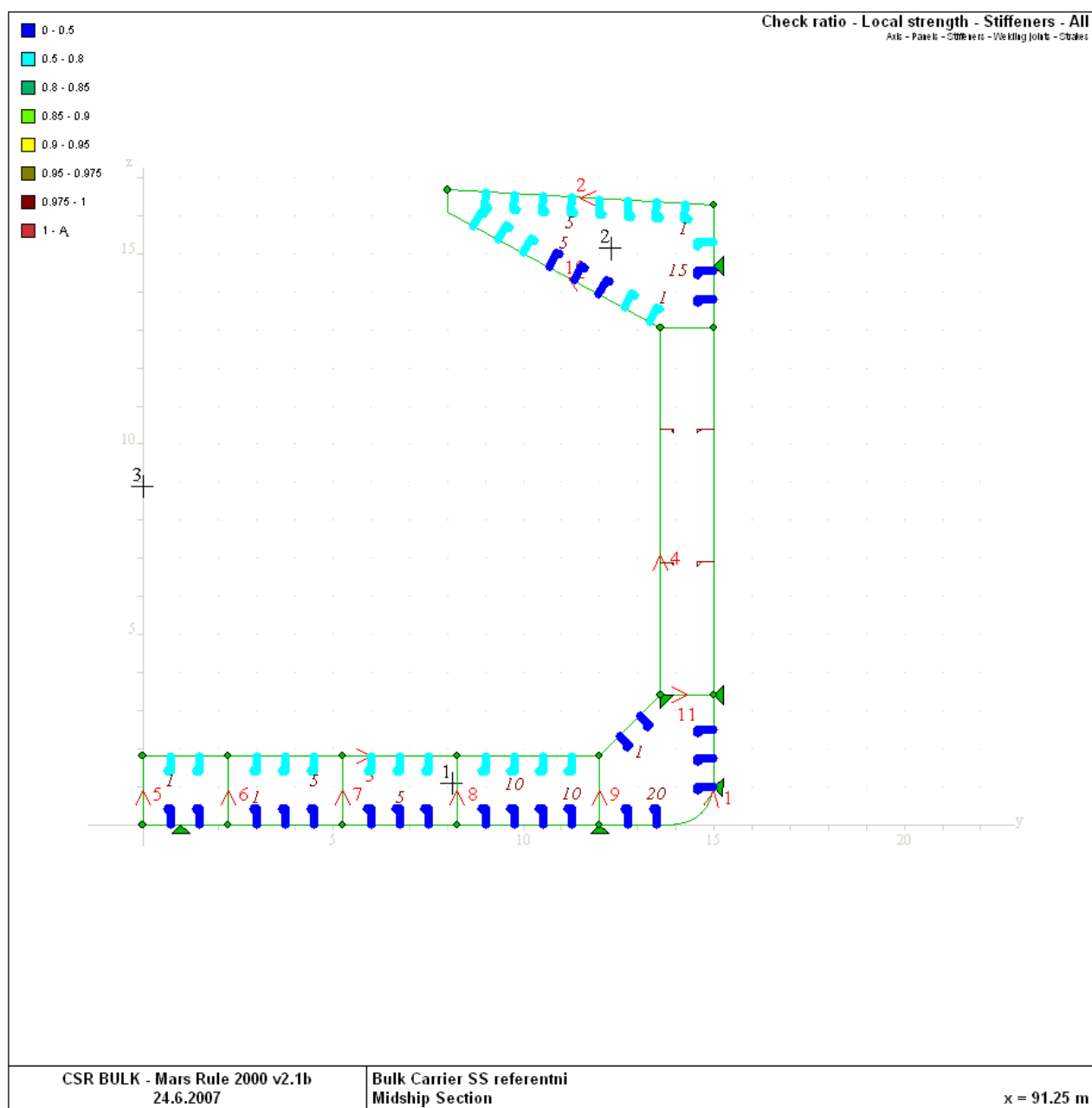


Slika 68. Dimenzije poprečne strukture dvoboka na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-

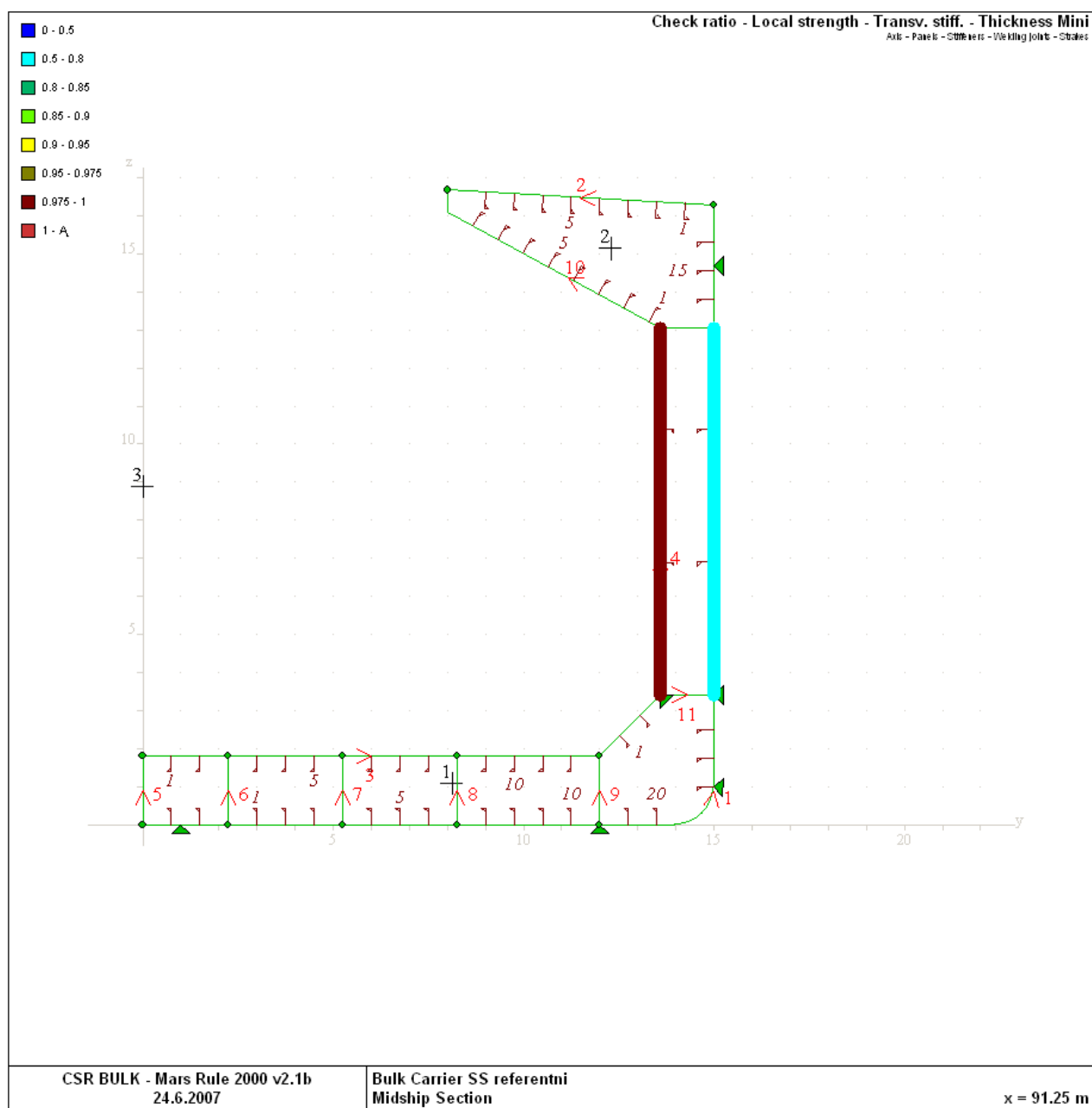
3-45



Slika 69. Lokalna čvrstoća oplata na glavnom rebro, tip konstrukcije DS 1.4-3-45

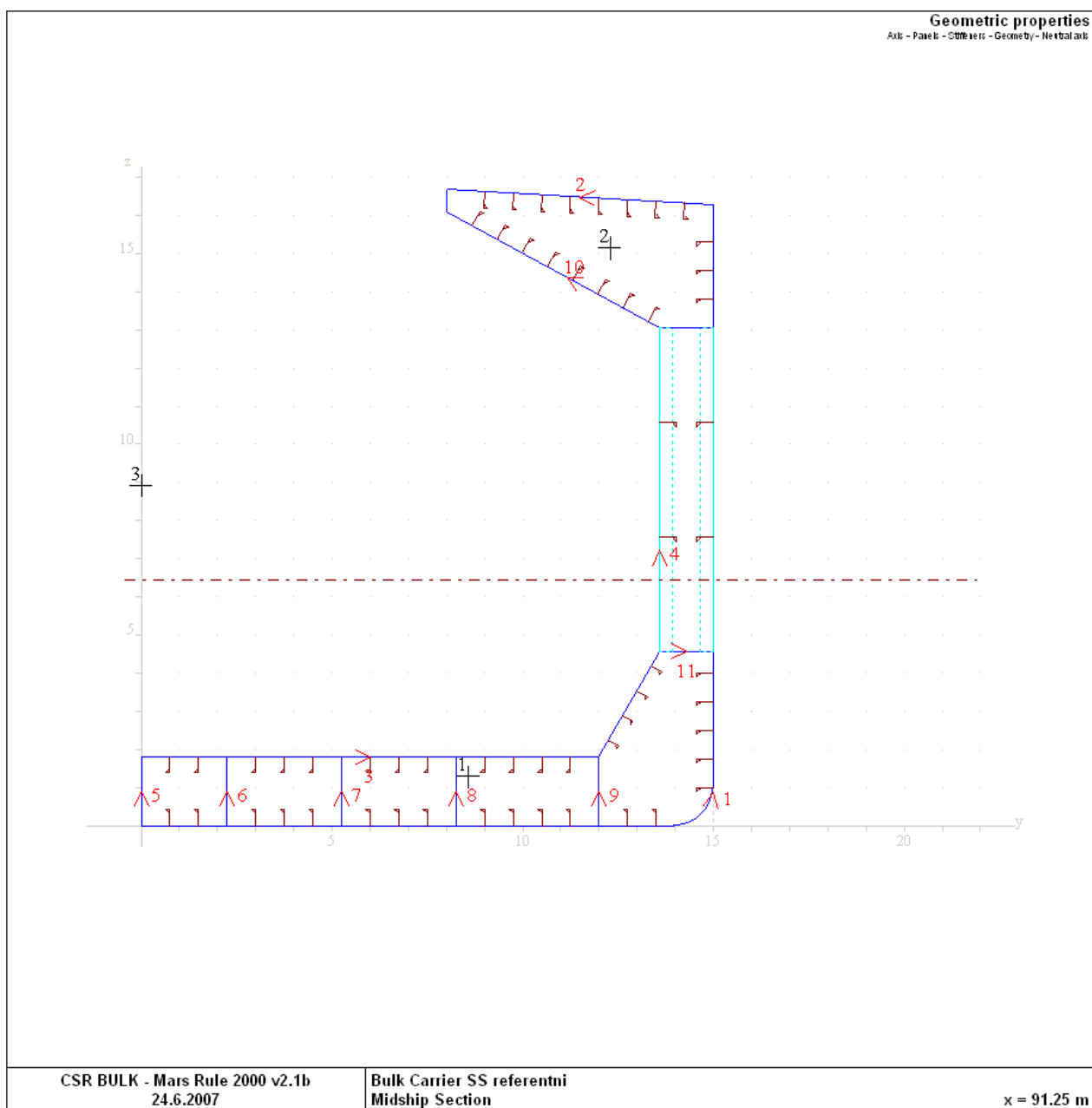


Slika 70. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-45

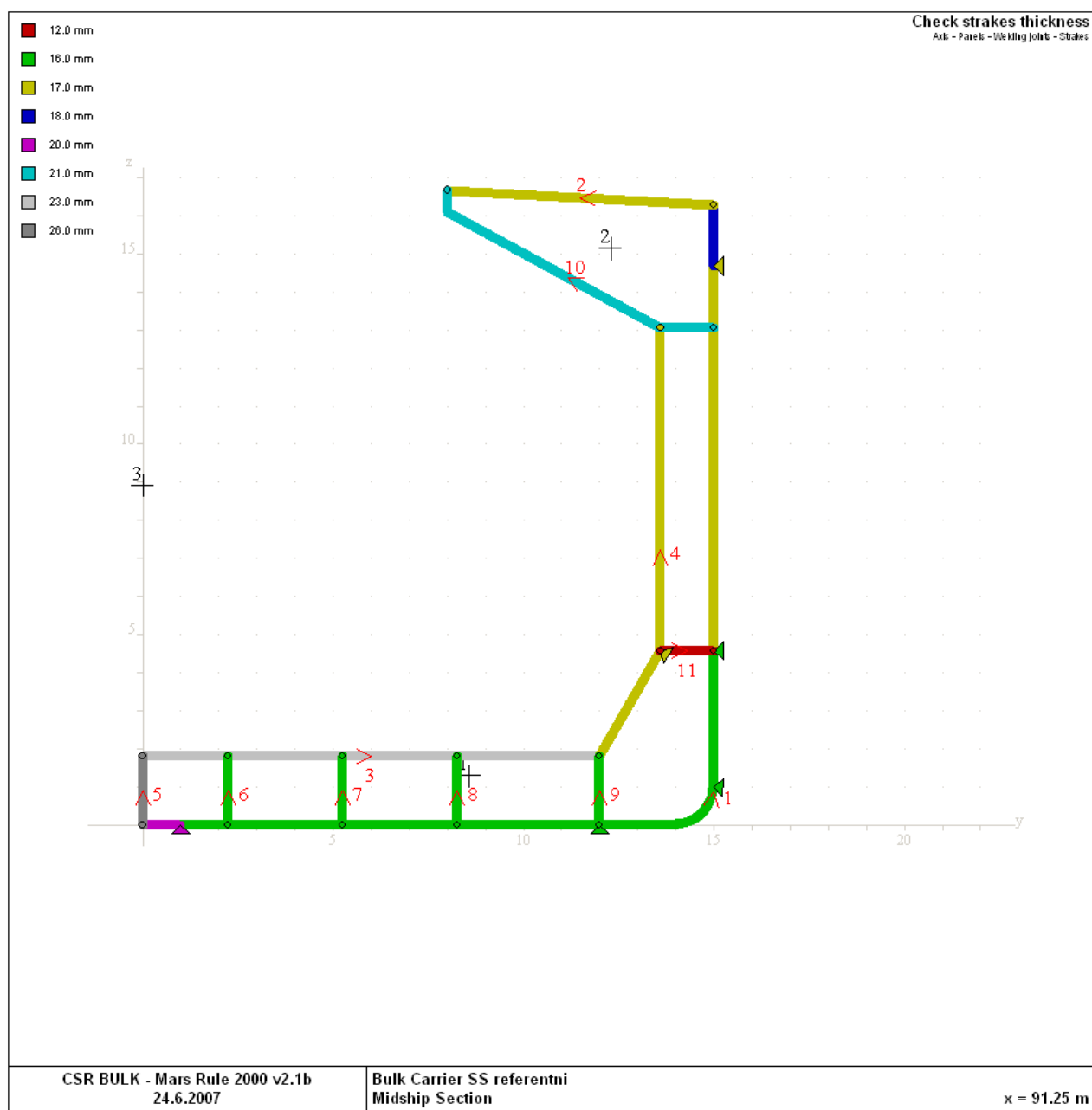


Slika 71. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-45

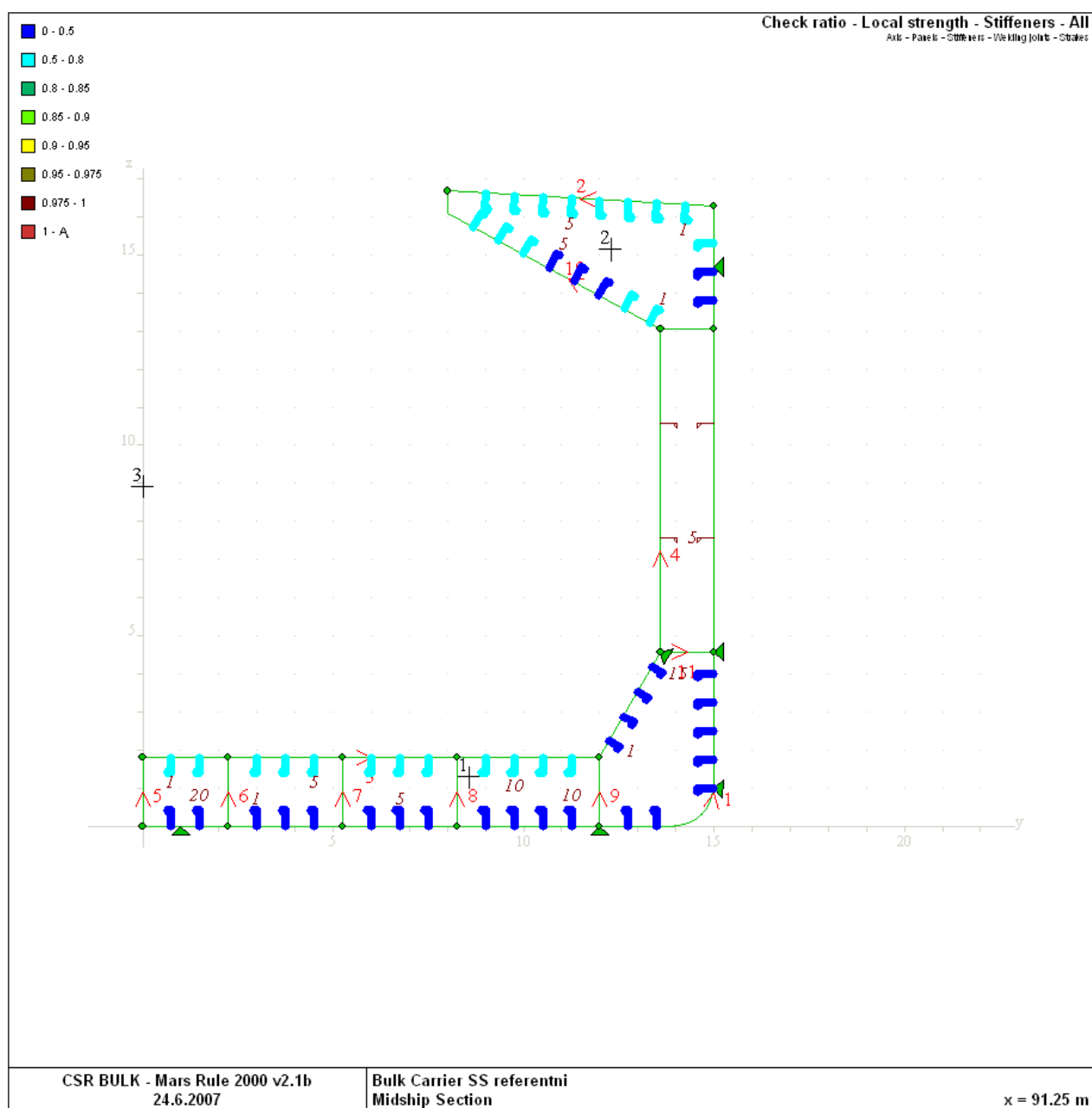
i) Tip konstrukcije dvoboka: **DS 1.4-3-60**



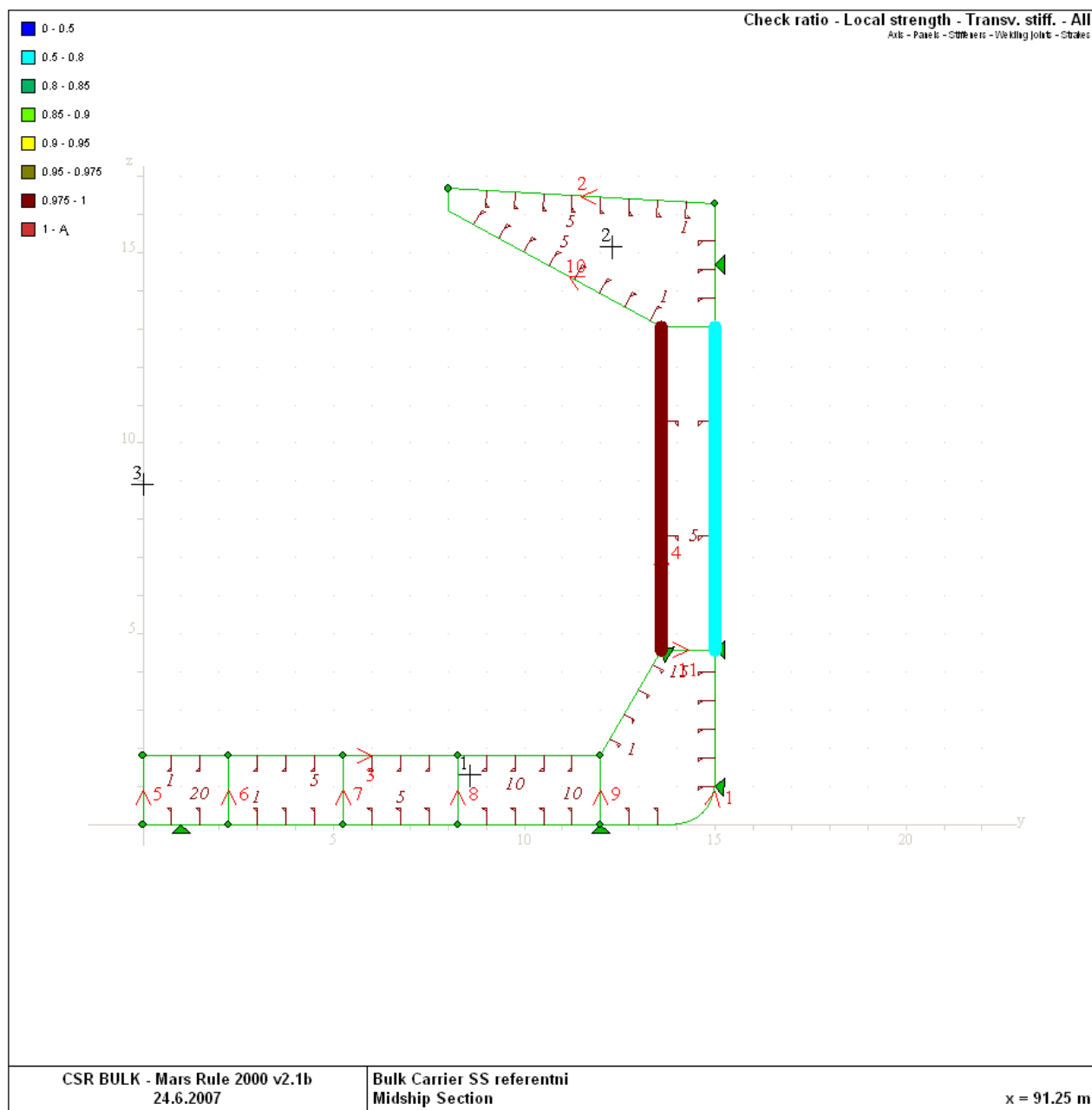
Slika 72. Skica presjeka glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-60



Slika 73. Debljine vojeva na presjeku glavnog rebra, tip konstrukcije DS 1.4-3-60



Slika 77. Lokalna čvrstoća uzdužnjaka na glavnom rebru, tip konstrukcije DS 1.4-3-60



Slika 78. Lokalna čvrstoća poprečnih elemenata dvoboka na presjeku glavnog rebru,
 tip konstrukcije DS 1.4-3-60

5.5. Povećanje mase broda s dvobokom

Rezultati proračuna programom *MARS*, površine poprečnih presjeka na glavnom rebru temeljem kojih su izračunate mase trupa DS broda, dane su u tablici 18.

Tablica 18. Izračunate mase broda za odabrane varijante izvedbe dvoboka

Tip konstrukcije dvoboka	Površina presjeka na glavnom rebru A_{PP}	Masa presjeka jedinične dužine	Masa skladišne sekcije dužine 24 m	Masa trupa broda W_H	Povećanje mase trupa DS broda u odnosu na SS brod	Razlika mase trupa DS i SS broda	Masa praznog opremljenog broda W_{LS}	Gubitak volumena DS broda u odnosu na SS brod	Gubitak volumena DS izražen kao postotak ukupnog volumena skladišta SS broda
	m ²	t/m	t	t	%	t	t	m ³	%
SS referentni	3.89081	30.543	733.0	6341	0.00	0	8442	0	0.00
DS 1.0	4.01550	31.522	756.5	6544	3.20	203	8645	52	0.10
DS 1.0-3-45	4.09500	32.146	771.5	6674	5.25	333	8775	-538	-1.00
DS 1.0-3-60	4.13311	32.445	778.7	6736	6.23	395	8837	-968	-1.80
DS 1.2	4.15916	32.649	783.6	6778	6.90	437	8879	-500	-0.93
DS 1.2-3-45	3.99745	31.380	753.1	6515	2.74	174	8616	-976	-1.82
DS 1.2-3-60	4.00844	31.466	755.2	6533	3.02	192	8634	-1326	-2.47
DS 1.4	4.13460	32.457	779.0	6738	6.27	397	8839	-1038	-1.93
DS 1.4-3-45	4.02063	31.562	757.5	6553	3.34	212	8654	-1416	-2.64
DS 1.4-3-60	4.06857	31.938	766.5	6631	4.57	290	8732	-1692	-3.15
DS 1.4-3.75-45 osnovani	4.02605	31.604	758.5	6561	3.48	220	8662	-2006	-3.74

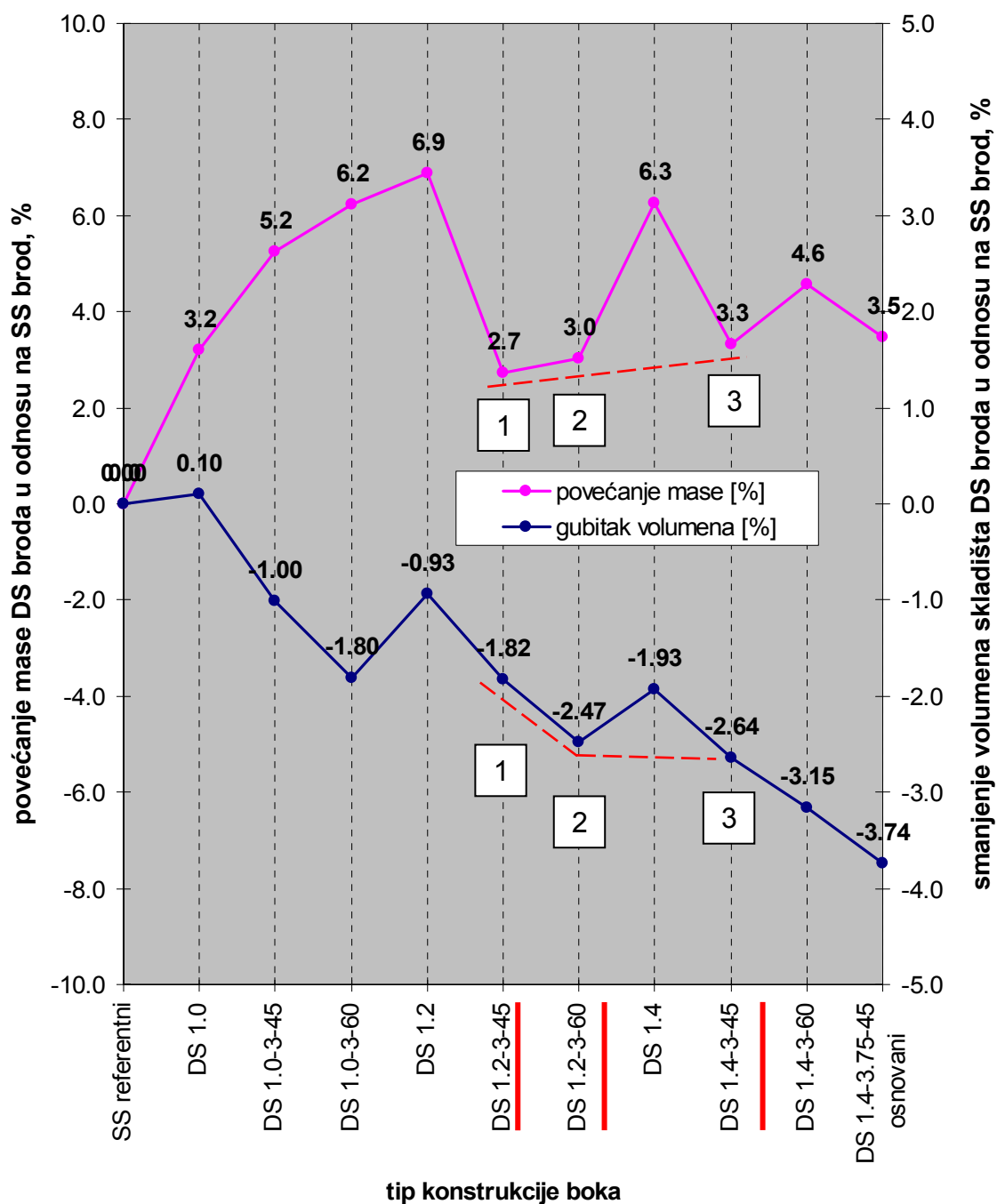
Srednja vrijednost povećanja mase trupa broda → 4,09 %

Srednja vrijednost povećanja mase praznog opremljenog broda → 3,1 %

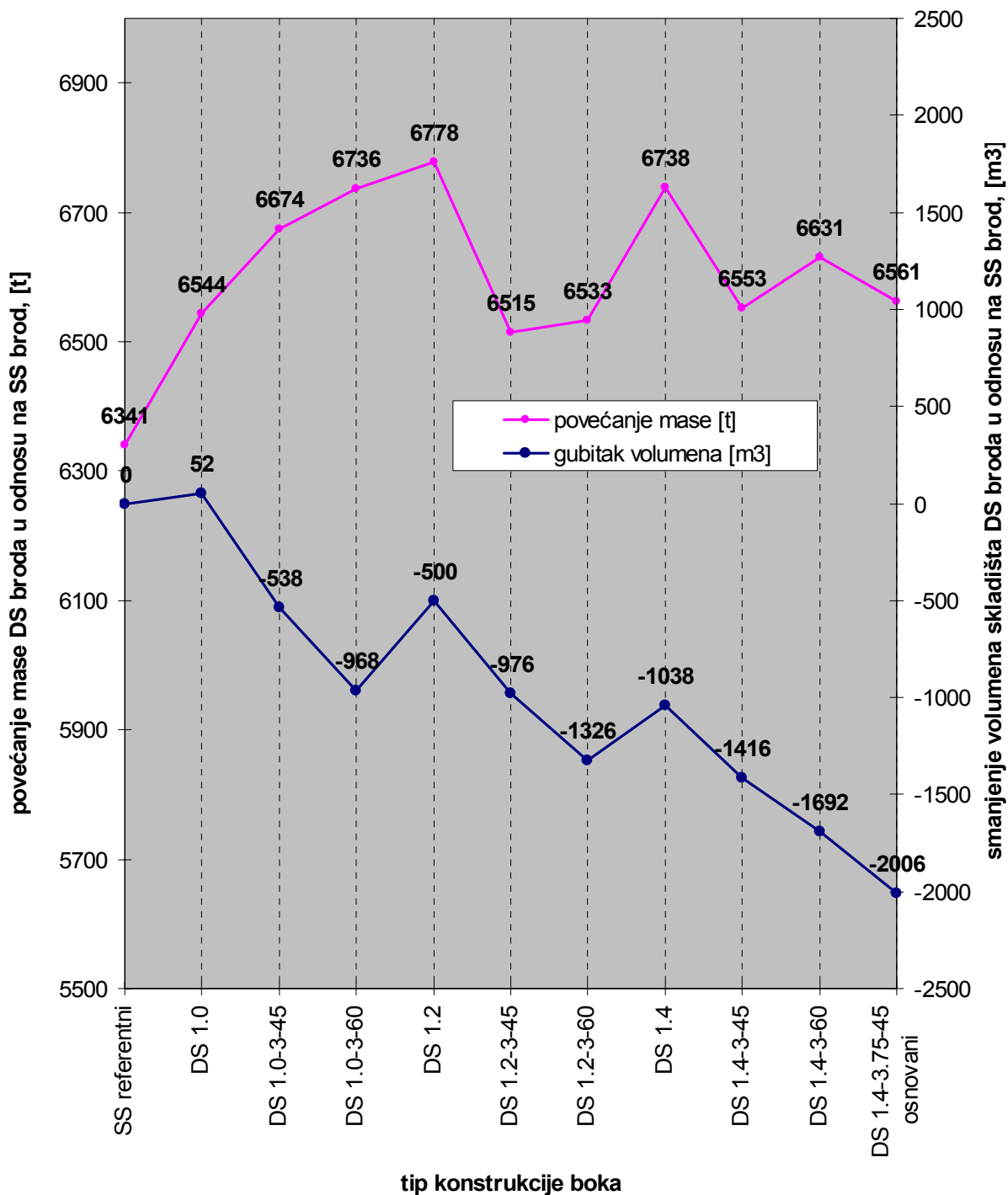
Srednja vrijednost smanjenja volumena skladišta → -2,17

Rezultati provjere čvrstoće programom *MARS* ukazuju na mogućnost optimalizacije strukture - uzdužnjaka dna i balastnih tankova kao i poprečnih elemenata u dvoboku – smanjenje presjeka elemenata, što će rezultirati smanjenjem mase poprečnog presjeka a time i mase trupa broda.

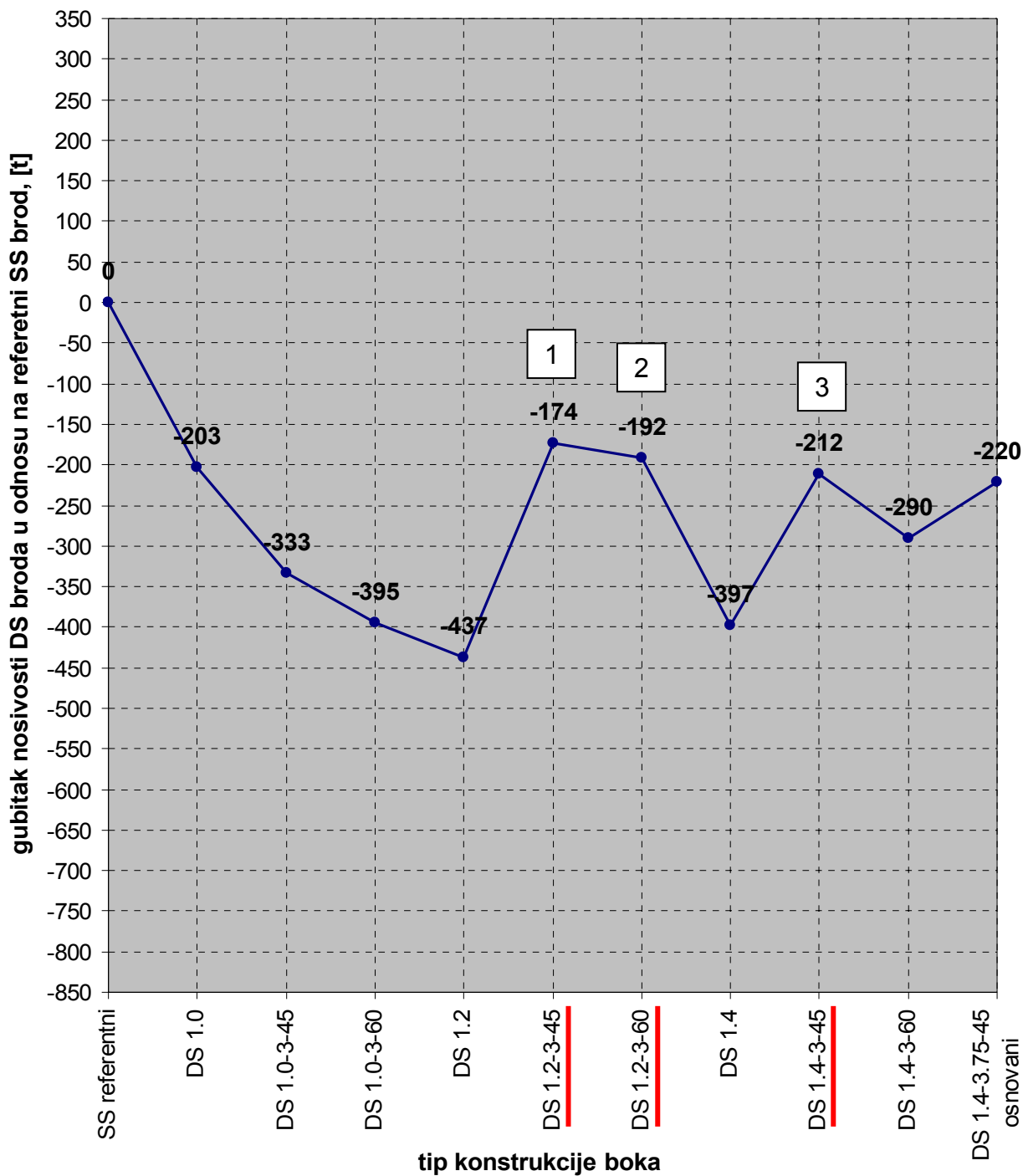
Dijagram 15. Relativno povećanje mase trupa i smanjenje volumena skladišta DS broda u odnosu na SS brod



Dijagram 16. Povećanje mase trupa i smanjenje volumena skladišta DS broda u odnosu na SS brod – apsolutni iznosi



Dijagram 17. Smanjenje nosivosti DS broda u odnosu na SS brod – apsolutni iznosi



5.6. Analiza rezultata

Analiza dijagrama 12. i 14. trebala bi odgovoriti na postavljeno pitanje: Koju kombinaciju širine dvoboka i geometrije uzvojnog tanka predložiti kao dobro rješenje obzirom na različite kriterije?

1. kriterij – minimalno povećanje mase i minimalni gubitak volumena skladišta bez balasta u dvoboku

Analizom dijagrama 12, Relativno povećanje mase trupa, vidljivi su lokalni minimumi – točke 1, 2 i 3. Točka 1 na dijagramu smanjenja volumena skladišta ima najmanji gubitak volumena skladišta, pa brod s tipom konstrukcije boka DS 1.2-3-45 (širina dvoboka = 1,2 m, širina uzvojnog tanka = 3 m i kut nagiba pokrova uzvojnog tanka = 45°) možemo proglasiti kao optimalno rješenje.

2. kriterij – minimalno povećanje mase i konstrukcija dvoboka podesna za prihvrat balasta

Budući balastiranje tankova dvoboka povlači pojačanu koroziju tih prostora, koji će tada biti češće pregledavani, i nakon nekog vremenskog perioda postaviti će se zahtjev za obnovom površinske zaštite materijala tanka, uz minimalno povećanje mase drugi važan element pri odabiru tipa konstrukcije može biti veća širina dvoboka pogodnija za spomenute zahtjeve.

Tim zahtjevima dobro odgovara točka 3 i 4 u dijagramima budući ukupan volumen tankova balasta postaje dostatan za balastiranje broda i kod težih stanja mora, čime se smanjuje upotreba skladišta br.3 za potrebe balasta.

Ova jednostavna analiza pokazuje kako postoji više dobrih rješenja broda s dvobokom u ovisnosti o traženim kriterijima.

Brod s dvobokom ima veću masu, ~ 3,1% i manji skladišni prostor, ~ 2,17 %, u odnosu na ekvivalentni brod jednostruke oplata boka. Povećana masa reflektira se na smanjenu korisnu nosivost, odnosno veći početni tošak kod nabave DS broda, dok smanjenje volumena ima utjecaja samo kod ukrcaja laganog tereta specifične gustoće manje od 0,85 t/m³ (uglavnom žitarice i slični terti)

Kao protuteža ovim činjenicama stoji sigurniji i čvršći brod, skladišni prostori koji se lakše čiste i održavaju pa brod ima niži trošak čišćenja, kraći boravak na privezu za iskrcaj. Za Handymax tip broda za rasuti teret moguća je godišnja ušteda 10 dana na vremenu čišćenja skladišta [12].

Ako prostor dvoboka nije korišten za balast, utjecaj korozije tih prostora smanjen je na minimum čime se produžuje vremenski period između obnove površinske zaštite tih prostora.

Spomenute činjenice rezultiraju i postizanjem više cijene kod prodaje rabljenog broda s dvobokom u odnosu na SS brod.

6. TROŠAK I DOBIT BRODOVA S DVOBOKOM

6.1. Osvrt na analizu nesreća i gubitke brodova za rasuti teret (prema IC FSA studiji)

Analizom nesreća i potpunog gubitka brodova (za razdoblje između 1978. i 2000.) utvrđeno je kako je gubitak brodova povezan s gubitkom integriteta trupa usljed popuštanja bočne oplata kod brodova starijih od 15 godina (63 % gubitaka za brodove starije od 20 godina). Taj uzrok nije mjerodavan za brodove izgrađene nakon 1997. godine. Nesreće i gubici brodova izazvani sudarom nisu povezani sa starošću brodova.

Jedna projektna alternativa je gradnja broda s dvobokom. Osim povećane sigurnosti i čvrstoće brodova s dvostrukom oplatom očekuju se i pozitivni ekonomski efekti koji se odnose na veću produktivnost zbog kraćeg zadržavanja broda u lukama (pozitivni efekti za brodovlasnika, luke i utovarivače-istovarivače tereta), dodatna zarada zbog produženog životnog vijeka i ušteda zbog smanjenih troškova osiguranja.

6.2. Specifičnosti DS konstrukcije broda

Konstrukcija dvoboka unaprijedila bi održavanje i pregled unutarnje oplata skladišta, ali otežala pregled, održavanje i popravke unutarnjih prostora dvoboka. Čak se postavlja pitanje nastanka dodatnog rizika uslijed korodiranja prostora dvoboka ukoliko se isti koristi za potrebe balastiranja.

Procjena razlike troška između broda za rasuti teret s jednostrukom i dvostrukom oplatom boka sastoji se od početnih troškova (povećana masa čelika i dodatna površinska zaštita – materijal i rad) i pogonski troškovi (monetarni gubitak zbog smanjenog DWT, smanjenje volumena skladišta i povećani troškovi održavanja). Trošak je procijenjen na dodatnih 0.9 mil. US \$, 1.0 mil. US \$ i 2.0 mil. US \$ za handymax, panamax i capsize novogradnje.

Specifična oštećenja i efekti kod DS brodova:

- mehanička oštećenja tijekom istovarnih operacija; mogu rezultirati uleknućem lima skladišne stijenke u prostor dvoboka – moguće oštećenje površinske zaštite u prostoru dvoboka i pojava korozije – specifično za ovu vrst konstrukcije boka,
- efekt termos-boce; dvobok odvaja prostor tereta od okoliša (mora), pojava različitih temperatura u teretnom prostoru, prostoru dvoboka i okoliša – mora, što onemogućuje hlađenje tereta,
- takav efekt termos-boce, mišljenje je stručnjaka, može biti čimbenik nastanka pojačane korozije koja je otkrivena kod nekoliko tankera s dvobokom za transport sirove nafte

nakon četiri do pet godina službe, i kao posljedica pojačana kondenzacija i s vremenom istjecanje tereta iz obližnjih spremnika ili cijevi.

Naprezanja mogu ubrzati starenje i oštećenje površinske zaštite (uz temperaturne varijacije i mehaničko oštećenje napr.) što može rezultirati intenzitetom korozije koji je veći od intenziteta korodiranja nezaštićenog čelika. Točkasta korozija nastaje na mjestima oštećenja površinske zaštite, uz povećanje mogućnosti loma uslijed zamora materijala.

Strukturni integritet ovisi o djelotvornosti i kvaliteti održavanja površinske zaštite.

Održavanje površinske zaštite, osobito u prostorima vodenog balasta, odnosno čišćenje balastnog prostora obavezno je kako bi ostvarili životni vijek 5 godina za površinsku zaštitu. Radovi na održavanju površinske zaštite i čišćenje tih prostora vrlo su teški poslovi u skučenom prostoru dvoboka širine 1000 – 1500 mm.

6.3. Analiza troška i dobiti

Osnovne razlike DS i SS konstrukcije brodova za rasuti teret i procijenjeni jedinični troškovi prema IC FSA studiji od 2004. godine:

	Grupa prema veličini	Parametar	Primjer jedinične cijene (za 2004. g.)
Povećanje mase čelika	Handysize	195 t	1500 ÷ 3500 \$/t
	Panamax	205 t	
	Capesize	490 t	
Povećanje površine za površinsku zaštitu	Handysize	4 755 m ²	15 ÷ 25 \$/t
	Panamax	6 363 m ²	
	Capesize	10 711 m ²	
Gubitak DWT	Handysize	195 t	31,46 \$/god./t
	Panamax	205 t	21,06 \$/god./t
	Capesize	490 t	18,47 \$/god./t
Gubitak volumena	Handysize	635 m ³	29,16 \$/god./t
	Panamax	885 m ³	28,54 \$/god./t
	Capesize	1 836 m ³	18,57 \$/god./t

Osnovni operativni parametri za proračun pogonskih troškova:

	Handymax	Panamax	Capesize
DWT (t)	51,000	74,000	171,000
Hold Capacity (m3)	65,748	90,873	191,422
Operating days	355	355	355
Days with heavy cargo (%)	46%	39%	57%
Days with light cargo (%)	54%	61%	43%
TRC (\$/day)	9,000	10,500	15,500
Monetary loss due to reduced DWT (\$/year/ton)	28.82	19.64	18.34
Monetary loss due to reduced hold volume (\$/year/m3)	26.24	25.02	12.36

Analiza početnog troška

Procjena razlike troška između novog broda za rasuti teret s jednostrukom i dvostrukom oplatom boka, temeljena je na iskustvu i procjeni skupine mjerodavnih stručnjaka. Pri tome treba uvažiti činjenicu da je to iskustvo stečeno temeljem praćenja približno četvrtine od ukupne populacije brodova za rasuti teret što je statistički reprezentativan uzorak.

Pri procjeni dodatnih početnih izdataka razmotreno je slijedom:

Trošak dodatne mase ugrađenog čelika koji uključuje i rad, i varira od $1500 \div 3500$ \$/t (prema procjeni IC FSA studije od 2004. god.),

Trošak površinske zaštite povećane površine unutar dvoboka, jedinični trošak $20 \div 24$ \$/m² (prema procjeni IC i IACS FSA studije),

Procjena dodatnih operativnih troškova:

Monetarni gubitak zarade zbog smanjenog DWT; ovaj iznos ovisi o povećanoj masi praznog opremljenog broda što je posljedica konstrukcije dvoboka i trenutnim vozarinama za taj tip broda, kao i broju dana na moru kada brod prevozi teški teret

Monetarni gubitak zarade zbog smanjenog volumena teretnog skladišta; ovaj iznos ovisi o smanjenom volumenu skladišta kao posljedica konstrukcije dvoboka i trenutnim vozarinama za prijevoz laganog tereta, kao i broju dana na moru kada brod prevozi lagani teret.

Povećane lučke takse i trošak prolaska kanalima zbog veće gros tonaže (GT).

Trošak povećane potrošnje goriva radi povećane mase praznog opremljenog broda.

Trošak dodatnih popravaka i održavanja. Prema IC FSA studiji, može se računati na bazi 5% od početnih troškova (cca. 20000 \$ godišnje za handymax i panamax i 30000 \$ za capesize).

Analiza dobiti - procjena potencijalne ekonomske dobiti primjenom DS konstrukcije

Povećana produktivnost zbog smanjenja vremena provedenog u luci. Posebno kod istovara ljepljivog (u smislu zadržavanja između strukture skladišta) i laganog tereta (ugljen, sumpor i sl.), postotak takve godišnje koristi varira s veličinom broda. Može se očekivati smanjenje vremena za 4-5 sati (cca 10% uštede vremena u odnosu na SS brod). Za brodovlasnika to može iznositi 3000 – 6500 \$ godišnje. Odnosi se na kraće vrijeme iskrcaja i čišćenja skladišnih prostora, što uključuje manji trošak prekrcajnih uređaja, brže i lakše čišćenje skladišta, kao i manji lučki trošak zbog priveza na ukrcajno-iskrcajnom doku.

Dobit kod recikliranja: Zbog povećane mase čelika. Očekivana cijena kod recikliranja cca. 250 \$/LWT

Primjer analize troška i dobiti za karakteristične grupe brodova za rasuti teret (prema *Comparative FSA study on single- and double-side skin bulk carriers* [20])

Table 68: Cost Analysis (conservative) using mainly cost estimates provided by previous FSA's Studies

Cost item	Handy-size (-max)		Panamax		Capesize	
Description	Initial Cost US\$	Running Cost US\$ / year	Initial Cost US\$	Running Cost US\$ / year	Initial Cost US\$	Running Cost US\$ / year
Additional building cost, steel weight ³³	871,429 (348.5 ton)		1,353,571 (541.4 ton)		2,875,000 (1,150 ton)	
Additional building cost, coating ³³	155,940 (7,797 m ²)		181,860 (9,093 m ²)		317,000 (15,854 m ²)	
Loss of earnings due to reduced deadweight		10,045 (\$0.18/ton/day) (46% voyages)		10,636 (\$0.14/ton/day) (39% voyages)		21,093 (\$0.09/ton/day) (57% voyages)
Loss of earnings due to reduced cargo capacity ³⁴		21,851 (832.7 m ³) (\$0.14/m ³ /day)		24,296 (971 m ³) (\$0.12/m ³ /day)		22,327 (1,806.3 m ³) (\$0.08/m ³ /day)
Additional R&M cost ³⁵		1,554		1,796		2,636
Port Charges ³⁶ (\$1/GRT/day)		95,589 (1,634 GRT) (58.5 days/year)		58,656 (1,222 GRT) (48 days/year)		61,653 (1,897 GRT) (85 day/year)
Canal Tolls ³⁶ (\$1.28/GRT/crossing)		8,366 (4 crossings/year)		6,257 (4 crossings/year)		-
Fuel costs ³⁷		8,138		7,921		11,292
Total	1,027,369	145,543	1,535,431	109,562	3,192,080	119,000
Total in NPV	1,027,369	2,051,279	1,535,431	1,544,164	3,192,080	1,677,184
ΔC (NPV)	3,078,648		3,079,595		4,869,264	
Breakdown of ΔC	33.4%	66.6%	49.9%	50.1%	65.6%	34.4%

Table 69: Benefit Analysis – revisited time saving in port

FSA study		Handy-size (-max)		Panamax		Capesize	
Stakeholder	Description	Running Cost US\$/year	Recycle Value US\$	Running Cost US\$/year	Recycle Value US\$	Running Cost US\$/year	Recycle Value US\$
Ship owner	Reduced time in port (time saving ³⁸)	3,000 (4 hours/visit, 2 visits)		6,563 (5 hours/visit, 3 visits)		6,458 (5 hours/visit, 2 visits)	
Port	Reduced time in port (port dues ³⁹)	3,333 (US\$10,000/day)		7,031 (US\$11,250/day)		11,538 (US\$27,692/day)	
Stevedore	Reduced time in port (stevedores fees)	2,000 (US\$250/hour)		5,250 (US\$350/hour)		4,500 (US\$450/hour)	
Ship owner	Higher steel weight (US\$250/ton)		87,143		135,537		287,500
Ship owner	Total	8,333	87,143	18,844	135,357	22,497	287,500
Ship owner	Total in NPV	117,450	25,734	265,583	39,971	317,069	84,900
Ship owner	ΔC (NPV)	143,183		305,554		401,968	
Ship owner	Breakdown of ΔC	82%	18%	86.9%	13.1%	78.9%	21.1%

7. ZAKLJUČAK

Postojeća baza podataka o izgrađenim brodovima za rasuti teret u razdoblju 1990.÷2002. nadopunjena je podacima za razdoblje 2003. ÷ 2005. godina. Pri odabiru brodova za nadopunu baze vodilo se računa o broju i vjerodostojnosti objavljenih podataka. Polovica uvrštenih su brodovi s dvobokom što je 3% od ukupnog broja brodova u bazi. Glavne značajke novih brodova uklopile su se unutar postojećih, što ukazuje kako ti brodovi slijede postojeće trendove gradnje tog tipa broda. Analiza podataka iz baze regresijskom metodom – pokazala je kako novi regresijski izrazi imaju zamemarive razlike u odnosu na prije definirane.

Preliminarnim osnivanjem broda s jednostrukom oplatom i usporedba s prethodno osnovanim brodom – referentnim brodom (SS), lit [2], potvrđena je mogućnost korištenja novih regresijskih izraza u ranom postupku osnivanja broda za rasuti teret. Brod projektiran temeljem regresijskih jednažbi zadovoljio je provjeru prostornosti i stabiliteta, pri čemu značajke kao istisnina i koeficijenti istisnine po regresijskim jednažbanma ne odstupaju značajnije od veličina određenih temeljem konkretne forme i rasporeda prostora unutar iste.

Osnivanjem broda za rasuti teret s dvobokom, istovjetnih glavnih značajki i forme kao i referentni brod s jednostrukom oplatom, potvrđene su razlike u volumenu prostora i masi praznog opremljenog broda. Manji volumen skladišnog prostora, 3,74 %, u odnosu na referentni SS brod ima utjecaja kod ukrcaja rasutog tereta male specifične mase – žitarice, i nestaje kod ukrcaja tereta specifične mase veće od $0,85 \text{ t/m}^3$. Porast mase praznog opremljenog broda od 2,61 %, odnosno gubitak nosivosti korisnog tereta u odnosu na referentni SS brod, jedna je cijena ugradnje dvoboka. S druge strane, povećana sigurnost i čvrstoća broda ostvarena ugradnjom dvoboka, lakše čišćenje i održavanje skladišnog prostora, što rezultira manjim troškovim i kraćim boravkom na vezu za iskrcaj, kao i viša cijena postignuta kod prodaje rabljenog broda, elementi su koji govore u prilog dvoboku.

Istraživanjem utjecaja širine dvoboka broda, variranjem širine dvoboka, širine uzvojnog tanka kao i nagiba pokrovne ploče uzvojnog tanka, utvrđene su veze tih parametara i promjena volumena i mase broda. Obzirom na odabranu geometriju dvoboka i uzvojnog tanka utvrđen je gubitak volumena skladišta do 3,74 %, odnosno povećanje mase praznog opremljenog broda (tj. gubitak nosivosti) do 6,9 % u odnosu na referentni SS brod.

Odabirom tehnološki, konstrukcijski i operativno povoljnih kombinacija dvoboka, gubici postaju manji, i to smanjenje volumena u iznosu ~ 2,17 % odnosno povećanje mase praznog opremljenog broda ~ 3.1 %.

Optimizacijom konstruktivnih elemenata trupa moguće je smanjiti povećanje mase.

Pregled većih početnih troškova DS broda moguće je ublažiti mogućom dobiti ostvarenom kraćim boravkom u luci tijekom iskrcaja broda, dodatnom zaradom zbog produženog životnog vijeka i uštedom zbog smanjenih troškova osiguranja.

Sigurniji i čvršći brod najvažnija je činjenica kod primjene konstrukcije s dvobokom broda za rasuti teret.

Smjernice za nastavak rada

U ovom radu analiziran je utjecaj širine dvoboka na brodu koji karakteristikama pripada u grupu Handymax brodova (35 000 ÷ 55 000 DWT) koji čine 23 % od ukupnog broja brodova za prijevoz rasutog tereta.

Kako bi stekli potpuni uvid na utjecaj širine dvoboka na promjenu mase i volumena potrebno je analizirati utjecaj i na ostale tri grupe brodova za rasuti teret; Handysize (16%), Panamax (26%) i Capsize (30 %).

Sljedeći korak bila bi analiza i optimalizacija širine dvoboka brodova za rasuti teret koji u povratnoj plovidbi krcaju kontejnere, s kapacitetom dvoboka dostatnim za potrebe balastiranja broda u svim uvjetima plovidbe. Ta analiza provela bi se za brodove iz grupe Handysize i Handymax koji osim standardnih rasutih tereta prevoze i čelične limove u rolama, upakirano drvo, kontejnere i sličan komadni teret većih gabarita.

Literatura

- [1] Tehnička enciklopedija br.13, LZ Miroslav Krleža, Zagreb, 1997.
- [2] Jasna Fridel, Zavisnosti prostora broda za rasuti teret o glavnim značajkama, Diplomski rad, FSB Zagreb, 2003.
- [3] Watson, D.G.M., Practical Ship Design, Elsevier, Barking (UK), 1998.
- [4] Kupras, L.K., Optimisation Method and Parametric Study in Precontracted Ship Design, International Shipbuilding Progress, May 1971.
- [5] Pavić, I., Statistička teorija i primjena, Tehnička knjiga Zagreb, 1985.
- [6] GHS 6.10, General HydroStatics, Creative Systems, Inc.
- [7] POWER, Program za određivanje otpora i propulzije, FSB, Zagreb, 1991.
- [8] Čuvalo, M., Osnivanje broda – programi i algoritmi, Zagreb, 1992.
- [9] American Bureau of Shipping, Rules for Classification of Steel Ships, 2003.
- [10] Bureau Veritas, Rules for the Classification of Steel Ships, June 2000.
- [11] Schneekluth, H., Ship Design for Efficiency and Economy, 2nd ed., Butterworth-Heinemann, Oxford, 1998.
- [12] ABS, Bulk Carrier Solutions: Safer and Stronger Vessels, 05/2002, www.eagle.org
- [13] Significant ships of 2003.
- [14] Significant ships of 2004.
- [15] Significant ships of 2005.
- [16] www.sea-web.org
- [17] www.veristar.com
- [18] www.eagle.org
- [19] www.classnk.or.jp
- [20] *Comparative FSA study on single- and double-side skin bulk carriers*, MARITIME SAFETY COMMITTEE, 78th session, Agenda item 5, 6 February 2004.

Prilozi

1. Opći plan i presjek na gornjoj palubi
2. Glavno rebro
3. Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret (podaci za 1990. ÷ 2005.)

Prilog 1. Opći plan i presjek na gornjoj palubi

Prilog 2. Glavno rebro

Prilog 2

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
1	TRIMNES	Tsuneishi Numakuma	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, CNC-E, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1990	149.50	140.00	24.00	13.10		8.42		17309	6026		23335	14145	4244
2	EXCELLENT PESCADORES	Shikoku Dockyard Co. Ltd., Takamatsu, Japan	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Handy size Bulk Carrier	2002	148.17	135.95	22.80	12.20		9.12		18200	5139		23338.7	11228	6673
3	ERNA OLDENDORFF	Shikoku Dockyard Co. Ltd., Japan	GL +100A5, Bulk Carrier, +MC	Handy size Bulk Carrier	1994	148.31	136.00	22.80	12.20		9.15		18355	4397		22752	11264	6821
4	KIMOLIAN PRIDE	Shanghai Shipyard, Shanghai	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1990	164.00	154.00	22.00	13.40		9.80		20219	6691		26910.4	12844	7008
5	EVER REGAL	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1998	154.38	146.00	26.00	13.35		9.51		23468	5644		29112	14762	8075
6	GEBE OLDENDORFF	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1998	154.38	146.00	26.00	13.35		9.51		23510	6205		29714.7	14762	8075
7	WELL PESCADORES	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1999	154.38	146.00	26.00	13.35		9.51		23519	5593		29112	14762	8075
8	STELLAR IMAGE	Imabari Shipbuilding Co. Ltd., Japan	NK NS* Bulk Carrier, MNS*, CHG, MPP, LSA, RCF	Handy size Bulk Carrier	1996	159.92	149.80	26.00	13.50	9.40	9.80		24228	6379		30606.7	15899	9465
9	COSMOS VERDE	Shikoku Dockyard Co. Ltd., Takamatsu, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Handy size Bulk Carrier	1999	153.50	146.29	26.20	13.30		9.70		24838	3903		28740.5	15137	8906
10	HARRIETT	Jiangsu yangzijiang Shipyard, Jiangyin	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, I.W.S., Ice Class 1A, +LMC, UMS	Handy size Bulk Carrier	2002	179.86	171.45	23.10	13.95		9.75		25565	7026		32590.9	17665	8162
11	HAPPY VENTURE	Hudong, Shanghai	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, +MACH,SSH,CSM	Handy size Bulk Carrier	1996	175.00	165.00	26.00	13.90		9.80		27407	7355		34762	18070	9485
12	KALI	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, Veristar HULL, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	2000	172.00	165.00	27.00	13.60		9.55		28355	6455		34810	17928	9871
13	VIEW BULKER	Kanasashi Co., Ltd., Toyohashi Works, Toyohashi, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handy size Bulk Carrier	1997	176.62	169.40	26.00	13.60		9.63		28711	6901		35611.5	17255	10112
14	DOBROTA	Xingang, China	BV I +HULL, +MACH, B.C. ESP, Ice Class 1D, + AUT-UMS, MON-SHAFT, SSH,CSM	Handy size Bulk Carrier	1996	186.60	177.00	25.00	14.40		10.22		29292	7708		37000	18495	9426
15	ZEYNEP KIRAN	Daewoo Mangalia Heavy Industries S.A., Mangalia, (ROM)	BV I +HULL, +MACH, B.C. ESP, Ice Class 1D, + AUT-UMS, MON-SHAFT, SSH,CSM	Handy size Bulk Carrier	2001	181.29	171.60	24.80	14.10		10.55		29330	7886		37216	17934	9955
16	CLIPPER FANTASY	Dalian Shipyard, People's Republic of China	ABS +A1 (E) Multipurpose Dry Cargo, +AMS, +ACCU, OMBO, DLA	Multipurpose Dry Cargo / Container Carr.	1996	181.00	172.00	26.00	14.40	9.67	10.02	28000	29538	8005	36005	37543	19354	9614
17	TOP SUGAR	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	ABS +A1 (E) Bulk Carrier, +AMS, +SH	Handy size Bulk Carrier	1998	170.00	162.00	27.00	14.10	9.45	9.97	27835	29952	6260	34095	36211.6	18036	10227

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	Fn	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
1	TRIMNES	17027		723	83	37314.1	13.5	S 85%	4233	4980	MIT 6UEC45LA	147	155	0.187	0.805	0.848	475	5.833	10.687	2.851	1.556	0.742
2	EXCELLENT PESCADORES	23300		1105		31368	13.5	S 95%	4900	5180	MAN B & W 7S35MC	170	173	0.190	0.805	0.829	410	5.963	11.143	2.500	1.338	0.780
3	ERNA OLDENDORFF	23212	5053	1105	188	30532.6	14	S 85%	5075	5970	MAN B&W 6L42MC	164	176	0.197	0.782	0.807	434	5.965	11.148	2.492	1.333	0.807
4	KIMOLIAN PRIDE	25119				37137	15		5652		SUL 6RTA48	150		0.199	0.791	0.818	536	7.000	11.493	2.245	1.367	0.751
5	EVER REGAL	30811		1012	87	41421.2	13.9	S 86%	4470	5180	MAN B & W 7S35MC	164	173	0.189	0.787	0.817	569	5.615	10.936	2.734	1.404	0.806
6	GEBE OLDENDORFF	30811		1065		42207.4	14.1	S 100%	5180	5180	MAN B & W 7S35MC	173	173	0.192	0.803	0.833	519	5.615	10.936	2.734	1.404	0.791
7	WELL PESCADORES	30811	8041	1048	87	41421.2	14.6	S 100%	5180	5180	MAN B & W 7S35MC	173	173	0.198	0.787	0.817	569	5.615	10.936	2.734	1.404	0.808
8	STELLAR IMAGE	30540	6465	1786	204	42635.6	15.1	S 85%	6065	7135	MAN B&W 5S50MC	120	127	0.203	0.782	0.811	555	5.762	11.096	2.653	1.378	0.792
9	COSMOS VERDE			1259		39941.7	15.77	S 92%	5516	5970	MAN B&W 6L42MC	163	176	0.214	0.754	0.784	667	5.584	10.999	2.701	1.371	0.864
10	HARRIETT	32771	9645	1041	124	47215.6	14.1			10010	MAN B&W 7S50MC		127	0.177	0.823	0.855		7.422	12.290	2.369	1.431	0.784
11	HAPPY VENTURE	36847	8734	1247	113	49946.1	14	S 88%	5846	6650	MAN B & W 5L50MC	134	148	0.179	0.807	0.838	500	6.346	11.871	2.653	1.418	0.788
12	KALI	38000	18053	1388	69	50290.3	14	S 90%	4855	5392	MAN B&W 5S50MC	100	104	0.179	0.798	0.830	603	6.111	12.132	2.827	1.424	0.815
13	VIEW BULKER	39036		1260	82	50850.6	14.3		5888		MIT 5UEC52LA	133		0.180	0.819	0.849	538	6.515	12.456	2.700	1.412	0.806
14	DOBROTA	37566				52805.6	14	S 90%	5373	5970	MAN B&W 6L42MC		176	0.173	0.798	0.829	567	7.080	12.292	2.446	1.409	0.792
15	ZEYNEP KIRAN	34712	18308	1406	217	49952.4	15	S 100%	7860	7860	MAN B & W 6S46MC-C	129	129	0.188	0.809	0.832	479	6.919	12.170	2.351	1.336	0.788
16	CLIPPER FANTASY	38608	10900	1346	170	54699.8	14	S 90%	5760	6400	MAN B&W 5S50MC	115	120	0.175	0.817	0.849	534	6.615	11.944	2.595	1.437	0.787
17	TOP SUGAR	39152	18553	1211	109	51837.4	14.5	S 85%	5359	6304	MAN B&W 6S46MC-C	107	113	0.187	0.810	0.841	623	6.000	11.489	2.708	1.414	0.827

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
18	CLIPPER HARVEST	The Hakodate Dock Co LTD, Japan	ABS, +A1 (E), Bulk Carrier, SHR, ESP, +AMS	Handy size Bulk Carrier	2004	176.85	168.00	29.40	13.50	9.54	9.55	32067	32083	7707		39790.3	19730	
19	IVS VISCOUNT	Xingang Shipyard China	ABS, +1A(E) Bulk Carrier, + AMS, +ACCU	Handy size Bulk Carrier	2003	179.28	172.00	28.00	15.20	10.20	10.65	32687	34676	9058	41745	43734	22072	
20	CIELO DI MONFALCONE	Shanghai Shipyard, Shanghai	LR +100A1	Handymax Bulk Carrier	2002	185.50	175.40	29.00	16.00		10.11		37450	5770		43220	27800	13300
21	GLORY MOUNTAIN	Bohai S/Y, Jinxi	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1991	195.00	184.30	32.00	15.20		10.00		39700	10007		49707.2	26835	11009
22	SILVER SHING	Shanghai S/Y, Shanghai	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-CCS, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	1996	195.00	185.00	32.00	15.20		10.00		40181	10060		50240.7	27117	11380
23	SEA MIRROR	China Shipbuilding Corporation, Oshima, (TWN)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1990	180.00	172.00	30.50	15.80		11.23		42025	6729		48754	23274	13807
24	MOSOR	"Brodosplit" - Brodogradilište d.o.o., Split, Hrvatska	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	187.63	179.37	30.80	15.45	10.10	10.97	38100	42584	8400	46500	50984	24533	13770
25	BARA	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd. Aichi Works, Chita, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1998	181.50	172.00	30.50	16.40		11.35		42648	7257		49904.6	24987	13532
26	SEA BULKER	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd. Chita, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	1997	181.50	172.74	30.50	16.40		11.35		42717	7433		50149.7	24953	13547
27	SUNOR	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT-UMS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1992	179.99	172.00	30.50	15.80		11.23		43001	5753		48754	23272	13681
28	ARENA	"Uljanik" - Brodogradilište d.d., Pula, Hrvatska	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	182.80	175.00	32.20	16.10		11.00		44314	9334		53648	25600	14558
29	UNION LEADER	Halla Engineering & Heavy Industries, Inchon, Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1995	186.80	178.60	30.40	16.30		11.42		44809	7692		52501	25725	14472
30	ANGEL WING	The Hakodate Dock Co. Ltd., Japan	NK NS* Bulk Carrier, MNS*, MO	Handymax Bulk Carrier	1994	184.53	176.00	32.00	16.00	10.72	11.32		44950	8066		53016	25457	14756
31	SEA LUCK	Tsuneishi Numakuma	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +ALT, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1995	185.74	178.08	30.40	16.50		11.62		45429	7752		53181	26091	14872
32	CORA OLDENDORFF	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	2000	186.00	175.47	30.40	16.50		11.62		45659	7472		53131	26010	14834
33	TAMIL NADU	Hindustan Shipyard Ltd., Visakhapatnam, India	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2000	193.49	185.95	30.40	16.39		11.82		45792	10967		56759	28029	16154
34	ENERGY RANGER	China Shipbuilding Corporation, Keelung Shi, Keelung, (TWN)	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	1996	189.95	180.00	32.20	15.80		11.10		45950	8196		54146	26330	15312

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	F _n	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
18	CLIPPER HARVEST	42209	11338	1417	102.7	56858.5	14	S 85%	5627	6620	Mitsubishi Heavy Industries 6UEC52LA		130	0.177	0.823	0.853	568	5.71	12.44	3.08	1.41	0.806
19	IVS VISCOUNT	44020	11800	1700	117	62689.4	14.5	S 85%		7650	Sulzer 6RTA48T-B		116.3	0.181	0.826	0.856		6.14	11.32	2.63	1.43	0.793
20	CIELO DI MONFALCONE	47500				70342.9	14.5		9480		MAN B&W 6S50MC-C	127		0.180	0.820	0.864	396	6.048	10.963	2.868	1.583	0.866
21	GLORY MOUNTAIN	45570		1105		77200.3	14.7		7610		SUL 6RTA52	120		0.178	0.822	0.861	564	5.759	12.125	3.200	1.520	0.799
22	SILVER SHING	48968		1287		77980.5	14.3		5951		SUL 6RTA52	126		0.173	0.828	0.867	669	5.781	12.171	3.200	1.520	0.800
23	SEA MIROR	52125		1566	118	69412.4	14	S 85%	5296	6230	SUL 6RTA52	94	99	0.175	0.808	0.837	691	5.639	10.886	2.716	1.407	0.862
24	MOSOR	51125	26370	1664	178	72562.1	14.5	S 90%	6435	7150	MAN B & W 5S50MC	122	127	0.178	0.821	0.850	651	5.824	11.610	2.808	1.408	0.835
25	BARA	53853		1805		73161.1	14.5	S 90%	6988	7700	SUL 6RTA48T	106	117	0.182	0.818	0.850	591	5.639	10.488	2.687	1.445	0.855
26	SEA BULKER	53853		1805		73516.7	14.5	S 86%	6990	8165	SUL 6RTA48T	106	124	0.181	0.818	0.851	593	5.664	10.533	2.687	1.445	0.852
27	SUNOR	52125	12773	1496	120	69412.4	14.6	S 85%	5296	6230	SUL 6RTA52	94	99	0.183	0.808	0.837	784	5.639	10.886	2.716	1.407	0.882
28	ARENA	54832				79601.2	14.4		8260		MAN B&W 6S50MC	125		0.179	0.844	0.877	514	5.435	10.870	2.927	1.464	0.826
29	UNION LEADER	54744	25125	1767	169	75851.5	14.2	S 90%	7069	7860	MAN B&W 6S50MC	119	123	0.175	0.826	0.857	568	5.875	10.957	2.663	1.428	0.853
30	ANGEL WING	56297	26089	1797	93	75834.2	14.3	S 80%	6914	8580	MAN B&W 6S50MC	115	127	0.177	0.811	0.842	597	5.500	11.000	2.827	1.413	0.848
31	SEA LUCK	57208	14825	1694	96	76370.1	14	S 85%	6097	7176	MAN B&W 6S50MC	114	120	0.172	0.825	0.855	636	5.858	10.793	2.616	1.420	0.854
32	CORA OLDENDORFF	57208	14832	1560	127	76213.3	14	S 85%	6077	7171	MAN B&W 6S50MC	114	120	0.174	0.836	0.866	638	5.772	10.635	2.616	1.420	0.859
33	TAMIL NADU	54671		2182	300	79298.3	14	S 91%	7300	8030	SUL 5RTA62	106	106	0.169	0.829	0.856	555	6.117	11.345	2.572	1.387	0.807
34	ENERGY RANGER	57669	14909	2117		78000.8	14.4		7728		SUL 6RTA52U	117		0.176	0.821	0.852	553	5.590	11.392	2.901	1.423	0.849

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
35	GREAT PRESTIGE	Daedong Shipbuilding Co. Ltd., Jinhae (Kyungnam), Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1998	190.02	181.00	31.00	16.60		11.62		46193	8200		54393	27251	15143
36	SAGA SPRAY	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	DNV +1A1 Bulk Carrier, EO dk (+), ha (+), OCS	Handymax Bulk Carrier	1994	199.20	190.00	30.50	16.40	10.00	11.80	37543	47076	10665	48208	57741	29381	14155
37	NORD ACE	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Nishisonogi-gun Nagasaki, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1999	185.73	174.60	30.95	16.40		11.77		47263	8273		55536	25955	16173
38	AMBER K	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	2000	185.73	174.60	30.95	16.40		11.75		47282	8254		55536	25955	16173
39	AIGEORGIS	Shanghai Shipyard, Shanghai	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189.90	180.00	32.20	16.80	11.10	11.81	44507	48000	10086	54593	58086.5	28693	16714
40	MEDI TRADER	Oshima Shipbuilding Co., Ltd., Nishisonogi-gun Nagasaki, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk Carrier	1999	189.33	178.09	30.95	16.40		11.73		48220	5703		53923.1	26580	16450
41	PRABHU GOPAL	Mitsui Eng. & SB Co., Ltd., Tamano	LR +100A1	Handymax Bulk Carrier	2003	189.99	182.00	32.26	17.90		11.20		48400	8550		56950	31500	
42	SHANGOR	Nantong Cosco Khi Ship Engineering Co., Ltd., Nantong, China	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	187.50	179.00	31.00	16.75		11.97		48909	7061		55969.9	27198	15365
43	SEA BREEZE BULKER	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd. Tokyo Shipyard, Tokyo, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189.96	181.00	32.20	16.50	10.70	11.62		48983	8164		57146.5	28019	16034
44	ORIENTOR 2	Nantong Cosco Khi Ship Engineering Co., Ltd., Nantong, China	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	187.50	176.54	31.00	16.75		12.07		49434	6466		55900	27198	16160
45	VIRGINIA	Mitsui Eng. & SB Co., Ltd., Chiba Works, Ichihara	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189.90	181.00	32.26	16.90		11.93		50175	7961		58136	28029	16731
46	ARCADIA	Shanghai Shipyard, Shanghai	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2002	189.90	180.00	32.20	16.80	11.80	12.17	48000	50362	9491	57491	59852.5	28693	16714
47	CURIA	Oshima Shipbuilding Co. Ltd. Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, MON-SHAFT +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189.99	182.00	32.26	16.67		11.89		51029	7929		58958	28691	17592
48	KANG QIANG	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Nishisonogi-gun Nagasaki, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	189.99	182.00	32.26	16.67		11.89		51069	7878		58946.7	28613	17547
49	AZZURA	IHI Narine United Inc Japan	NK, NS Bulk Carrirer, PS, MNS, MO	Handymax Bulk Carrier	2004	189.96	181.00	32.20	17.30	10.70	12.29		52050	8912		60902	29407	
50	ARTEMIS	Sanoyas Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189.90	182.00	32.26	17.10		12.00		52055	8476		60531	29499	17889
51	AGIOS ANASTASIOS	Sanoyas Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	189.90	182.00	32.26	17.10	10.75	12.04		52061	8470		60531	29499	17889

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	Fn	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
35	GREAT PRESTIGE	59046		2393	125	78766.9	13.55	S 92%	7908	8562	MAN B&W 6S50MC	116	127	0.165	0.814	0.846	452	5.839	10.904	2.669	1.429	0.849
36	SAGA SPRAY	51946	16185	2745	133	80920.2	15	S 85%	7609	8952	SUL 7RTA52	111	117	0.179	0.824	0.851	663	6.230	11.585	2.585	1.390	0.815
37	NORD ACE	59387	25787	1550	135	77853.8	14.3	S 90%	6322	7024	MAN B & W 6S50MC-C	100	104	0.178	0.852	0.878	673	5.641	10.646	2.630	1.393	0.851
38	AMBER K	59387	25786	1454	131	77994.3	14.5		7042	9480	MAN B&W 6S50MC-C	104	127	0.180	0.853	0.880	630	5.641	10.646	2.634	1.396	0.851
39	AIGEORGIS	60000				83575.8	14.1	S 90%	7722	8580	MAN B&W 6S50MC	123	127	0.173	0.828	0.858	544	5.590	10.714	2.727	1.423	0.826
40	MEDI TRADER	60956		1768		76159.3	15		7286		MIT 6UEC50LSII	110		0.185	0.814	0.843	661	5.754	10.859	2.639	1.398	0.894
41	PRABHU GOPAL					93481.7	14.5		7080		MAN B&W 6S50MC-C	127		0.177	0.845	0.889	637	5.642	10.168	2.880	1.598	0.850
42	SHANGOR	59300		1824		79063.1	14.5		6880		MAN B&W 6S50MC	102		0.178	0.822	0.851	648	5.774	10.687	2.590	1.399	0.874
43	SEA BREEZE BULKER	61553		1812	197	82077.2	14.5	S 85%	6545	7700	SUL 6RTA48T	111	117	0.177	0.823	0.854	691	5.621	10.970	2.771	1.420	0.857
44	ORIENTOR 2	59440	27900	1824	167	78192.3	14.5		6880		MAN B&W 6S50MC	102		0.179	0.826	0.853	648	5.695	10.540	2.568	1.388	0.884
45	VIRGINIA	63216	28917	1728	119	83383.8	15.7	S 85%	8090	9480	MAN B&W 6S50MC-C		127	0.192	0.815	0.845	718	5.611	10.710	2.705	1.417	0.863
46	ARCADIA	60000		1901	329	83224.2	14.1	S 100%	8580	8580	MAN B&W 6S50MC	127	127	0.173	0.828	0.855	500	5.590	10.714	2.647	1.381	0.841
47	CURIA	65414		1817		83451.7	14.5	S 80%	7650	9480	MAN B&W 6S60MC-C	107	127	0.177	0.824	0.853	604	5.642	10.918	2.713	1.402	0.866
48	KANG QIANG	65000		1835		83437	14.5	S 80%	7649	9480	MAN B & W 6S50MC-C	107	127	0.177	0.824	0.852	604	5.642	10.918	2.713	1.402	0.866
49	AZZURA	65181	29026	1977	225	86552.2	14.7	S 85%	6885	8100	Sulzer 6RTA48T-B		124	0.179	0.830	0.858	714	5.62	10.46	2.62	1.41	0.855
50	ARTEMIS	66597		2220	307	87163.5	14.5		14312		SUL 6RTA48T	127		0.177	0.838	0.868	328	5.642	10.643	2.688	1.425	0.860
51	AGIOS ANASTASIOS	66597	27852	2153	305	86833.4	14.5		14312		SUL 6RTA48T-B	127		0.177	0.835	0.865	328	5.642	10.643	2.679	1.420	0.860

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
52	BIANCO BULKER	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189.90	182.00	32.26	17.00	11.00	12.00		52193	7299		59492.1	30008	17843
53	COS KNIGHT	Tsuneishi Shipbuilding Co., Ltd., Numakuma	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2002	190.00	182.00	32.26	17.00	11.00	12.02		52353	7248		59601.1	30053	18207
54	CENTURY SEA	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2001	189.90	182.00	32.26	17.00	11.00	12.00		52375	7117		59492.1	30008	17843
55	DORIC PRIDE	Tsuneishi Shipbuilding Co., Ltd., Numakuma	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2001	190.00	182.00	32.26	17.00	11.00	12.02		52428	8344		60772	30174	17907
56	JOHN OLDENDORFF	Tsuneishi Heavy Industries Inc., Cebu, (PHL)	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	189.90	182.87	32.26	17.00		12.02		52433	7478		59910.5	30011	17843
57	SUN BULKER	Oshima Shipbuilding Co. Ltd., Nishisonogi-gun Nagasaki, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Handymax Bulk Carrier	2002	188.50	179.91	32.26	17.18		12.14		52500	6910		59410.3	29295	17592
58	SPAR LYRA	Chengxi Shipyard China	DNV, +1A1 Bulk Carrier, ESP, NAUTICUS, BC-A, GRAIN-U, HA(+), DK(+), IB(+), EO, TMON	Handymax Bulk Carrier	2004	190.00	183.05	32.26	17.50	11.10	12.60	44800	53000	11600		65000	31000	
59	APEX	New Century Shipbuilding Co., Ltd., Jingjiang	LR +100A1, Bulk Carrier ESP,LI, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2002	189.99	183.10	32.26	17.20	10.70			53806				31167	18384
60	NISSOS KYPROS	Sanoyas Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	LR +100A1	Handymax Bulk Carrier	2003	189.90	183.00	32.26	17.20		12.22		55000	8800		63800	31000	
61	BIG GLORY	Kawasaki Shipbuilding Corp, Japan	BV, 1 + Hull, + Mach, Bulk Carrier ESP, + AUT-UMS	Handymax Bulk Carrier	2005	189.90	185.00	32.26	17.80	11.10	12.50	47965	55809	7218		63026.6	30777	
62	NORDHVAL	Mitsui Eng. & SB Co., Ltd., Tamano	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Handymax Bulk Carrier	2003	189.99	182.00	32.26	17.90		12.90		56060	8501		64561	31260	18549
63	EVER VICTORY	EISA - Estaleiro Ilha SA, Brazil	GL +100A4, Bulk Carrier, +MC AUT	Panamax Bulk Carrier	1998	225.00	215.00	32.20	18.30	12.45	13.20	64131	69146	11352	75483	80498	38000	23259
64	MYRON N	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, +MACH,SSH,CSM	Panamax Bulk Carrier	1990	229.98	219.70	32.24	18.30		13.21		70424	10672		81096	38337	23174
65	BUENOS AIRES	Hitachi Zosen Corporation, Maizuru Works, Maizuru	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-CCS, +MACH,SSH,CSM	Panamax Bulk Carrier	1998	223.70	215.00	32.20	18.60		13.45		71671	9953		81624	37709	23950
66	LACERTA	Shin Kurushima Dockyard Co., Ltd., Onishi-cho (Ehime), Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1994	225.03	215.50	32.26	18.60		13.47		71862	8944		80806.1	37629	23436
67	IRAN GOLESTAN	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	217.00	32.25	19.00		13.77		72162	11838		84000	39517	24416
68	CHRISTINA VENTURE	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225.00	218.00	32.20	18.70		13.52		72493	10128		82621	37831	23801

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	Fn	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
52	BIANCO BULKER	67500		2241	176	85214.5	14.5	S 90%	7800	8580	MAN B&W 6S50MC	116	127	0.177	0.824	0.854	596	5.642	10.706	2.688	1.417	0.877
53	COS KNIGHT	67756				85192.2	14.5		8561		MAN B&W 6S50MC	127		0.177	0.824	0.854	543	5.642	10.706	2.683	1.414	0.878
54	CENTURY SEA	67500				85214.5	14.5	S 90%	7800	8580	MAN B&W 6S50MC	116	127	0.177	0.824	0.854	596	5.642	10.706	2.688	1.417	0.880
55	DORIC PRIDE	67756		2187	192	86715.5	14.5	S 100%	8580	8580	MAN B&W 6S50MC	127	127	0.177	0.840	0.869	549	5.642	10.706	2.683	1.414	0.863
56	JOHN OLDENDORFF	67500		2387		85646.8	14.5		7800		MAN B & W 6S50MC- C	116		0.176	0.824	0.854	598	5.669	10.757	2.684	1.414	0.875
57	SUN BULKER	66300		1835		85003.5	14.5	S 70%	6686	9480	MAN B & W 6S50MC- C	107	127	0.178	0.823	0.852	694	5.577	10.472	2.657	1.415	0.884
58	SPAR LYRA	65700	30700	2000	230	90559.6	14	S 82%	7774	9480	MAN B&W 6S50MC-C		127	0.170	0.850	0.876	571	5.67	10.46	2.56	1.39	0.815
59	APEX	65500					14.7	S 100%	9480	9480	MAN B & W 6S50MC- C	127	127	0.178	0.822			5.676	10.645			
60	NISSOS KYPROS	69000				90383.6	14.7	S 100%	9480	9480	MAN B&W 6S50MC-C	127	127	0.178	0.863	0.890	535	5.673	10.640	2.640	1.408	0.862
61	BIG GLORY	69450	13500	1980	170	90807.6	14.6	S 85%	6970	8200	MAN B&W 6S50MC-C		110	0.176	0.824	0.855	707	5.73	10.39	2.58	1.42	0.885
62	NORDHVAL	76000				90245.9	14.5	S 75%	7080	9480	MAN B&W 6S50MC-C	115	127	0.177	0.832	0.859	693	5.642	10.168	2.501	1.388	0.868
63	EVER VICTORY	82914	34126	2564	336	112128	14.5	S 90%	9860	12240	SUL 6RTA62U		90	0.162	0.859	0.885	576	6.677	11.749	2.439	1.386	0.859
64	MYRON N	82975				113002	15	S 90%	7056	7848	MAN B&W 5S60MC	83	86	0.166	0.846	0.872	896	6.815	12.005	2.441	1.385	0.868
65	BUENOS AIRES	85140		1891	190	113416	14.5	S 90%	7830	8700	MAN B&W 6S60MC	86	89	0.162	0.855	0.881	733	6.677	11.559	2.394	1.383	0.878
66	LACERTA	82893		2282		112223	14		7635		MIT 6UEC60LA	92		0.157	0.842	0.868	672	6.680	11.586	2.395	1.381	0.889
67	IRAN GOLESTAN	73000	34338	1961	249	116470	14.5		8950		MAN B&W 5S60MC	92		0.162	0.850	0.876	653	6.729	11.421	2.342	1.380	0.859
68	CHRISTINA VENTURE	84700		2292	72	114883	14.5	S 90%	7943	8826	MAN B&W 6S60MC	91	94	0.161	0.849	0.875	728	6.770	11.658	2.382	1.383	0.877

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
69	MILLENNIUM VENTURE	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH.SSH.CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225.00	218.00	32.20	18.70		13.82		72561	10060		82621	37831	23801
70	IRAN YAZD	Samho Heavy Industries Co., Ltd., Mokpo, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	217.00	32.25	19.80	12.40	14.15		72642	14077		86719	40609	24975
71	NEW HERALD	Daedong Shipbuilding Co. Ltd., Korea	KRS +KRS1, Bulk Carrier, ESP, +KRM1, H/C, HC/E, UMA	Panamax Bulk Carrier	1997	225.00	216.00	32.24	19.10	12.20	13.85	62000	72700	11046	73046	83746	38608	24619
72	ATAMAN	Samsung Heavy Industries Co. Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225.10	216.00	32.24	19.10		13.91		72867	10309		83175.9	38580	24571
73	GLOBAL TRIUMPH	China Shipbuilding Corporation, Kaohsiung Shipyard, Kaohsiung, (TWN)	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-CCS, MON-SHAFT +MACH.SSH.CSM	Panamax Bulk Carrier	1996	224.80	214.37	32.20	19.00		13.80		72870	8875		81744.7	38852	24176
74	TAI PROFIT	Sumomito Heavy Industries Ltd., Yokosuka Shipyard	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	216.00	32.26	19.20		13.88		73105	10141		83246	38382	24691
75	THALASSINI TYHI	Samsung Heavy Industries Co. Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier, +LMC, UMS, IWS	Panamax Bulk Carrier	1994	225.00	216.00	32.20	19.10	12.20	13.90	62158	73236	10593	72751	83829	38513	24570
76	OCEANIS	Samho Heavy Industries Co., Ltd., Mokpo, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	217.68	32.25	19.80		14.15	63200	73264	11800	75000	85064.3	40570	24975
77	PROTEFS	Jiagnan Shipyard Co LTD, China	LR, +100A 1, Bulk Carrier, ESN, LI, ESP, UMS, SCM	Panamax Bulk Carrier	2004	225.00	217.00	32.20	19.20	12.50	14.05	63395	73630	12405		86035	40230	
78	MARIGO P.	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224.89	216.25	32.20	19.30	12.37	13.94	63450	73810	9546	72996	83355.8	39056	25246
79	THEODOROS P	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224.95	215.00	32.20	19.30	12.37	13.94	63450	73870	10541	73991	84411	39056	25246
80	TETIEN TRADER	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224.90	215.00	32.20	19.30	12.37	13.96	63450	73910	10541	73991	84451	39213	25246
81	YONG TAI	Jiangnan Shipyard (Group) Co., Ltd., Shanghai, China	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH.SSH.CSM	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	217.00	32.26	19.20		14.00		74061	10212		84273.3	39873	25899
82	ATLANTIC EAGLE	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd., Okpo	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, CG, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224.91	217.00	32.26	19.40		14.10		74086	12381		86467	39973	25838
83	COS INTREPID	Jiangnan Shipyard (Group) Co., Ltd., Shanghai, China	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, RLMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	217.99	32.26	19.21	12.50	14.00	65183	74119	10566	75749	84684.9	39795	25807
84	GALLIA GRAECA	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224.89	215.00	32.20	19.30		13.96		74133	10186		84319	39035	25246
85	DESERT EAGLE	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd., Okpo	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224.90	217.00	32.26	19.40		14.10		74141	10644		84785.5	39973	25838

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	F _n	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
69	MILLENNIUM VENTURE	84700		2292	82	112239	14.5		8826		MAN B&W 6S60MC	94		0.161	0.831	0.855	655	6.770	11.658	2.330	1.353	0.878
70	IRAN YAZD	90124	35061	2207	157	122128	14.8		11169		MAN B&W 6S60MC	96		0.165	0.854	0.881	569	6.729	10.960	2.279	1.399	0.838
71	NEW HERALD	85700	35000	2250	125	116081	14.5	S 85%	7378	8680	MAN B&W 6S60MC		85	0.162	0.847	0.873	791	6.700	11.309	2.328	1.379	0.868
72	ATAMAN	85428				114822	14.5			12240	MAN B&W 6S60MC		105	0.162	0.838	0.863		6.700	11.309	2.318	1.373	0.876
73	GLOBAL TRIUMPH	84338	34822			113197	14.5		9715		SUL 5RTA62U	106		0.163	0.837	0.863	591	6.657	11.283	2.333	1.377	0.891
74	TAI PROFIT	87180		2453	188	115902	14.2		10186		SUL 7RTA48T	127		0.159	0.840	0.866	536	6.696	11.250	2.325	1.384	0.878
75	THALASSINI TYHI	85648	47637	2439	173	115733	14.6	S 90%	7812	8680	MAN B&W 6S60MC	82	85	0.163	0.846	0.871	763	6.708	11.309	2.317	1.374	0.874
76	OCEANIS	89000				120006	14.8		11169		MAN B&W 6S60MC	96		0.165	0.835	0.863	561	6.750	10.994	2.279	1.399	0.861
77	PROTEFS	90624	32480	2680	137	117945	14.4	S 90%	9180	10200	MAN B&W 5S60MC-Mk6		105	0.160	0.855	0.879	634	6.74	11.30	2.29	1.37	0.856
78	MARIGO P.	89000				116156	14.5		10371		MAN B&W 7S50MC-C	119		0.162	0.838	0.864	561	6.716	11.205	2.310	1.385	0.885
79	THEODOROS P	89000				115436	14.5		10371		MAN B&W 7S50MC-C	119		0.162	0.837	0.864	566	6.677	11.140	2.310	1.385	0.875
80	TETIEN TRADER	89040				114920	14.9		10371		MAN B&W 7S50MC-C	119		0.167	0.834	0.860	614	6.677	11.140	2.306	1.382	0.875
81	YONG TAI	90000		2644		116162	14.4	S 85%	8662	10200	MAN B&W 5S60MC	89	105	0.161	0.839	0.864	663	6.727	11.302	2.304	1.371	0.879
82	ATLANTIC EAGLE	90549				119460	14.5		10952		MAN B&W 6S60MC	94		0.162	0.855	0.880	544	6.727	11.186	2.288	1.376	0.857
83	COS INTREPID	90873		2394	133	116789	14.4		8668		MAN B&W 5S60MC	89		0.160	0.839	0.865	664	6.757	11.348	2.304	1.372	0.875
84	GALLIA GRAECA	89246		2027		117148	14.9	S 85%	8819	10371	MAN B&W 7S50MC-C	113	119	0.167	0.851	0.877	721	6.677	11.140	2.306	1.382	0.879
85	DESERT EAGLE	90000				117310	14.5		10951		MAN B&W 6S60MC	89		0.162	0.838	0.864	537	6.727	11.186	2.288	1.376	0.874

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
86	WASHINGTON TRADER	Sasebo Heavy Industries Co., Ltd., Sasebo (Nagasaki), Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225.00	218.00	32.20	19.22		13.82		74228	8661		82888.9	38928	24319
87	KINGSTON TRADER	Sasebo Heavy Industries Co., Ltd., Sasebo (Nagasaki), Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1990	225.00	218.00	32.20	19.20		13.82		74242	8647		82888.9	38928	24319
88	TIAN SONG FENG	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	224.90	212.28	32.20	19.30		13.95	69994	74271	7492	77486	81762.8	39042	25025
89	AMIRA	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co., Ltd., Okpo	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224.90	217.00	32.26	19.40		14.12		74401	12066		86467	39818	25838
90	MYRTO	Daewoo Shipbuilding	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224.99	217.00	32.26	19.40		14.12		74470	11997		86467	39831	25838
91	ALTAIR	Hudong Shipyard, Shanghai	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	217.00	32.26	19.60		14.27		74665	12672		87337	40523	26163
92	APJ JIT	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Ulsan, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2001	224.97	217.00	32.25	19.30		14.02		74756	11244		86000	40172	25434
93	ROMANDIE	Burmeister & Wain Skibsværft A/S, Denmark	DNV +1A1 Bulk Carrier, HC/E	Panamax Bulk Carrier	1994	225.00	221.00	32.24	19.70	12.50	14.30	62600	75100	11750	74350	86850		24360
94	PEARL OF ABU DHABI	Hitachi Zosen Corporation, Maizuru Works, Maizuru	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	224.92	217.00	32.20	19.15	12.40	13.82	65600	75214	7733	73333	82947.2	39709	25329
95	PYTHAGORAS	Hitachi Zosen Corporation, Maizuru Works, Maizuru	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	244.96	217.00	32.20	19.16	12.40		65600	75215	0	75100		39709	25329
96	EVER MIGHTY	B & W, Copenhagen	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT MS, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	1996	225.00	218.25	32.24	19.70		14.33	69999	75265	11570	81569	86835	39376	24363
97	SEAFARER	Sanoyasu Hishino Meisho Corporation, Kurashiki, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2000	225.00	217.00	32.26	19.30		13.99		75706	7938		83644.2	38818	25182
98	MEDI KOBE	Kanasashi Co., Ltd., Toyohashi Works, Toyohashi, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2001	224.95	213.74	32.26	19.30		14.02		75924	7015		82938.5	39126	25373
99	EFROSSINI	Tsuneishi Shipbuilding Co., Ltd., Numakuma	LR +100A1	Panamax Bulk Carrier	2003	225.00	217.00	32.26	19.30		14.04		75932	8493		84424.7	39900	26400
100	JI MAY	Tsuneishi Shipyard, Hiroshima, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk Carrier	2001	225.00	217.00	32.26	19.30		14.03		76015	8350		84364.5	40008	25981
101	KANARIS	Tsuneishi Shipbuilding Co., Ltd.	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Panamax Bulk Carrier	2002	225.00	217.00	32.20	19.15	12.20	14.04		76015	8223		84237.6	40002	26101
102	CORONA ACE	Kawasaki Heavy Industries Ltd., Japan	NK NS* Bulk Carrier, MNS*, MO	Panamax Bulk Carrier	1994	230.00	220.00	36.00	18.50	11.80	12.79	69940	77447	10780	80720	88227	42869	23778

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	F _n	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
86	WASHINGTON TRADER	87500				116143	15		8826		MAN B & W 6S60MC	94		0.167	0.834	0.861	727	6.770	11.342	2.330	1.391	0.896
87	KINGSTON TRADER	87500		2647		116005	15		8826		MAN B&W 6S60MC	94		0.167	0.834	0.861	727	6.770	11.354	2.330	1.389	0.896
88	TIAN SONG FENG	89236		1983	95	113856	14.5	S 90%	7944	8826	MAN B&W 7S50MC	111	115	0.163	0.837	0.863	723	6.593	10.999	2.308	1.384	0.908
89	AMIRA	90550				119271	14.5		10952		MAN B&W 6S60MC	94		0.162	0.853	0.878	544	6.727	11.186	2.285	1.374	0.860
90	MYRTO	90549				119280	14.5		10952		MAN B&W 6S60MC	94		0.162	0.853	0.878	544	6.727	11.186	2.285	1.374	0.861
91	ALTAIR	91717		2655	162	120461	14.5		8990		MAN B&W 5S60MC	92		0.162	0.853	0.878	668	6.727	11.071	2.261	1.374	0.855
92	APJ JIT	89219		2150	149	118880	14.5		8577		MAN B&W 5S60MC-C	86		0.162	0.855	0.880	693	6.729	11.244	2.300	1.377	0.869
93	ROMANDIE	85200	37000	2200	300	120409	14.75	S 85%	9195	10813	SUL 5RTA62U	105	110	0.163	0.832	0.858	684	6.855	11.218	2.255	1.378	0.865
94	PEARL OF ABU DHABI	89422		2696	202	115695	14.5	S 90%	8330	9260	MAN B&W 6S60MC		99	0.162	0.838	0.865	696	6.739	11.332	2.330	1.386	0.907
95	PYTHAGORAS	89422		2618			14.5	S 75%	9260	12240	MAN B&W 6S60MC	99	105	0.162	0.838			6.739	11.326	2.597	1.545	0.874
96	EVER MIGHTY	85158	36479	1977	390	120008	14.5		9450		SUL 5RTA62U	105		0.161	0.840	0.866	633	6.770	11.079	2.250	1.375	0.867
97	SEAFARER	89250		2834		116133	15	S 85%	9347	11060	MAN B&W 7S50MC-C	122	127	0.167	0.833	0.860	691	6.727	11.244	2.306	1.380	0.905
98	MEDI KOBE	90165		3059		114833	14.5	S 85%	7940	9340	MAN B&W 7S50MC-C	116	122	0.163	0.837	0.863	730	6.626	11.075	2.301	1.377	0.915
99	EFROSSINI	91180				116691	14.5		8550		MAN B&W 6S60MC	80		0.162	0.838	0.864	686	6.727	11.244	2.298	1.375	0.899
100	JI MAY	91300		3282		116702	14.5		9050		MAN B&W 6S60MC	81		0.162	0.838	0.864	648	6.727	11.244	2.299	1.376	0.901
101	KANARIS	91356	34765	2696	182	115451	14.5	S 90%	7695	8550	MAN B&W 6S60MC	77	80	0.162	0.838	0.863	761	6.739	11.332	2.294	1.364	0.902
102	CORONA ACE	91045		2254	174	129086	13.8	S 85%	7819	9195	MAN B&W 5S60MC	99	105	0.153	0.850	0.881	666	6.111	11.892	2.815	1.446	0.878

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
103	TAI PROGRESS	China Shipbuilding Corp Taiwan	ABS, +1A(E) Bulk Carrier, SH, SHCM, + AMS, +ACCU, HCS, ESP, LCM	Panamax Bulk Carrier	2003	225.00	217.00	32.26	19.50	12.20	14.10	64000	77834	10532		88366	41400	
104	ERIDGE	Daewoo Shipbuilding & Heavy Machinery Ltd., Korea	LR +100A1, Bulk Carrier, +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	1993	266.00	256.00	40.50	21.20	14.52	15.42	114012	122773	16036	130048	138809	63240	39162
105	KWK LEGACY	China Shipbuilding Corporation, Kaohsiung Shipyard, Kaohsiung, (TWN)	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1993	270.08	260.00	43.00	23.90		17.33		149505	18458		167963	77273	47299
106	LOWLANDS GRACE	Kaoshiung S/B, Kaoshiung	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1991	270.08	260.03	42.96	23.90		17.33		149518	18445		167963	77273	47299
107	DEEP BLUE	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, MON-SHAFT +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1991	269.00	259.00	43.00	23.80		17.41		150108	17353		167461	75675	48824
108	IRON KING	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Ulsan, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS,MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1996	280.00	272.09	45.00	23.80		17.50		161000	20052		181052	81155	52207
109	IRON QUEEN	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Ulsan, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, ALT, +AUT MS, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1996	280.09	272.09	45.00	23.82		17.51		161183	19869		181052	81155	52207
110	ERRADALE	Harland & Wolff Shipbuilding and Heavy Industries Ltd., UK	LR +100A1, Bulk Carrier, +LMC, UMS, SEA - R, IWS	Capesize Bulk Carrier	1994	283.73	276.73	44.40	24.10	16.75	17.75	152000	163500	22804	174804	186304	82701	53327
111	REDESTOS	Gdynia Shipyard, Gdynia, Poland	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1993	281.84	271.00	44.90	25.40		17.83		165133	24441		189574	91642	50709
112	CSK ENTERPRISE	Halla Engineering & Heavy Industries, Korea	ABS +A1 (E) Bulk Carrier, +AMS, +ACCU	Capesize Bulk Carrier	1996	283.00	271.00	45.00	24.60	17.80	18.15	164400	168300	20700	185100	189000	85000	55899
113	TAI SHAN	Halla Engineering & Heavy Industries Ltd., Samho, Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	288.97	278.00	44.98	24.00		17.65		169147	22521		191668	86192	54698
114	HENG SHAN	Halla Engineering & Heavy Industries, Samho, Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, Veristar Hull, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	288.96	278.00	44.98	24.00		17.63		169168	22500		191668	86192	54698
115	LOWLANDS PROSPEROUS	Samho Heavy Industries Co., Ltd., Mokpo, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	288.97	278.00	44.98	24.00		17.65		169229	22439		191668	86201	56565
116	ALPHA COSMOS	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	289.00	279.00	44.98	24.40		17.97		169770	22852		192622	87378	56500
117	PHILIPPE L.D.	Daewoo Heavy Industries Ltd., Pusan, Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT, Veristar HULL, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	289.09	278.00	45.00	24.70		17.62		169981	22777		192758	88385	58791
118	PITSA D.	Samho Heavy Industries Co., Ltd., Samho, Korea	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	2002	289.00	278.00	44.98	24.15	16.50	17.75	154500	170188	22908	177408	193096	86734	56286
119	CONSTANTIA	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd. Kur Kure, Hiroshima, Japan	BV +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	1996	289.00	277.00	45.00	23.80		17.62		171039	20034		191073	83658	55405

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	F _n	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
103	TAI PROGRESS	92152	35380	2460	120	122599	14.5	S 82 %	8158	9996	MAN B&W 5S60MC-C	87.4	93	0.162	0.873	0.898	741	6.73	11.13	2.29	1.38	0.881
104	ERIDGE	136042	55141	3360	205	191735	14.11	S 85%	10129	11917	MAN B&W 5S70MC	78	82	0.145	0.847	0.872	744	6.321	12.075	2.626	1.375	0.884
105	KWK LEGACY	164597	52725	2952	271	232923	13.5	S 85%	10560	12430	MAN B&W 5L80MCE	83	88	0.138	0.846	0.872	709	6.047	10.879	2.482	1.380	0.890
106	LOWLANDS GRACE	164597	52725	2911	241	232907	12.6	S 85%	10560	12430	MAN B & W 5L80MCE	83	88	0.128	0.847	0.872	577	6.054	10.880	2.479	1.380	0.890
107	DEEP BLUE	166081		3610	240	229912	13.5	S 81%	10444	12843	MAN B&W 5S70MC	82	88	0.138	0.843	0.867	716	6.023	10.882	2.470	1.367	0.896
108	IRON KING	176073	69884	3565		247526	14.5			15215	SUL 6RTA 72U		88	0.144	0.824	0.849		6.046	11.432	2.571	1.360	0.889
109	IRON QUEEN	176073	71130	4173	287	247612	14.5	S 84%	12946	15436	SUL 6RTA 72U	84	87	0.144	0.824	0.849	754	6.046	11.423	2.570	1.360	0.890
110	ERRADALE	181000	76400	3600	190	254018	15.5	S 90%	14646	15180	MAN B&W 6S70MC	79	82	0.153	0.833	0.858	829	6.233	11.483	2.501	1.358	0.878
111	REDESTOS	183692	59139	4510	300	272601	14.1	S 90%	12000	13330	SUL 6RTA76	85	87	0.141	0.853	0.882	771	6.036	10.669	2.519	1.425	0.871
112	CSK ENTERPRISE	185500	74000	3300	350	257190	14.6	S 85%	14334	16859	MAN B&W 6S70MC	86	91	0.146	0.833	0.857	715	6.022	11.016	2.479	1.355	0.890
113	TAI SHAN	186688	54936	4186	251	261455	15	S 85%	14334	16860	MAN B&W 6S70MC	86	91	0.148	0.847	0.871	783	6.181	11.583	2.548	1.360	0.882
114	HENG SHAN	186689	76115	4186	251	261769	14.8	S 85%	14334	16860	MAN B&W 6S70MC	86	91	0.146	0.848	0.872	752	6.181	11.583	2.551	1.361	0.883
115	LOWLANDS PROSPEROUS	186769		4913	277	261455	14.5			16860	MAN B & W 6S70MC		91	0.143	0.847	0.871		6.181	11.583	2.548	1.360	0.883
116	ALPHA COSMOS			4378		262650	17	S 100%	16860	16860	MAN B&W 6S70MC	91	91	0.167	0.833	0.858	972	6.203	11.434	2.503	1.358	0.881
117	PHILIPPE L.D.	192685	71836	4191	284	272050	14	S 85%	13490	15882	MAN B & W 6S70MC	85	89	0.138	0.853	0.880	679	6.178	11.255	2.554	1.402	0.882
118	PITSA D.	188956				263542	14.8	S 85%	14328	16860	MAN B & W 6S70MC	86	91	0.146	0.849	0.873	756	6.181	11.511	2.534	1.361	0.881
119	CONSTANTIA	186675		4362		258647	14.8	S 85%	13635	16039	SUL 6RTA72	88	93	0.146	0.849	0.872	789	6.156	11.639	2.554	1.351	0.895

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
120	ANANGEL ETERNITY	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	288.80	278.00	45.00	24.00		17.64		171101	21291		192392	86600	47874
121	SA ALTIUS	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	288.87	279.00	45.00	24.10		17.72		171509	22483		193992	87542	56714
122	CHARLES L. D.	NKK Corporation, Tsu, Japan	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +AUT, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1999	289.00	279.00	45.00	24.10		17.78		171850	23040		194890	87522	56709
123	ANANGEL INNOVATION	Daewoo Shipbuilding & Marine Engineering Co Ltd, Korea	ABS, +A1(E), Bulk Carrier, ESP, BC-AC, SH, SHCM, +AMS, +ACCU, UWILD	Capesize Bulk Carrier	2004	289.00	279.00	45.00	24.30	16.50	17.90	155200	171900	24738		196638	88000	
124	SALDANHA	SN Constanza SA.	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, +ALT, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1995	295.75	283.00	46.00	24.40		18.02		172173	27984		200157	90312	56579
125	MINERAL SINES	Daewoo Heavy Industries Ltd., Pusan, Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2002	289.00	279.00	45.00	24.20		17.82		172319	22768		195087	87495	57063
126	LOWLANDS TRADER	NKK Tsu Works, Hashihama, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	289.00	279.00	45.00	24.10		17.83		172517	22033		194550	87390	57416
127	GRAN TRADER	NKK Tsu Works, Hashihama, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH,SSH,CSM	Capesize Bulk Carrier	2001	289.00	279.00	45.00	24.10		18.00		172579	23826		196405	87390	57416
128	BERGE ATLANTIC	Hyundai Heavy Industries Co. Ltd., Korea	DNV AS +1A1 Bulk Carrier,ESP, HC/E, EO, IB (+), Ice - 1C, CSA - 1	Capesize Bulk Carrier	1998	291.70	280.00	48.00	23.70	17.05	17.11	171882	172704	26176	198058	198880	91962	47252
129	FEROSA	Santierul Naval S.A.	BV I 3/3 E + Bulk Carrier ESP, ALT, + AUT MS, + MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk Carrier	1992	298.12	284.93	46.00	24.40		18.02		173149	27053		200202	90991	53620
130	TEH MAY	Shanghai Waigaoqiao Shipbuilding Co Ltd, China	ABS, +A1(E), Bulk Carrier, ESP, SH, SHCM, +ACCU, UWILD, HCS	Capesize Bulk Carrier	2004	288.92	279.00	45.00	24.50	16.50	18.10	156088	175085	22766	178855	197852	88955	58078
131	CHIN SHAN	China Shipbuilding Corp Taiwan	ABS, +A1 E, Bulk Carrier, ESP, SH, SHCM, HCS, +AMS, +ACCU, UWILD	Capesize Bulk Carrier	2004	289.00	281.50	45.00	24.10	16.50	17.78	159887	175569	20545		196114	91166	
132	CHINA STEEL GROWTH	China Shipbuilding Corporation, Kaohsiung Shipyard, Kaohsiung, (TWN)	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, I.W.S., LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	2002	289.03	281.50	45.00	24.10		17.80		175775	24181		199956	91051	58440
133	UNIQUE BRILLIANCE	Nippon Kokan K.K., Tsu	LR +100A1, Bulk Carrier ESP, LI, ESN, (SDA, FDA, CM), +LMC, UMS	Capesize Bulk Carrier	2002	289.05	279.00	45.00	24.10		17.85		176347	21392		197739	88702	58998
134	SG PROSPERITY	Daewoo Shipbuilding & Heavy Machinery Ltd., Korea	DNV +1A1 Bulk Carrier,ESP (HC/E), EO, IB (+), TMON	Capesize Bulk Carrier	1996	312.00	300.00	50.00	25.30	18.00	18.30	207084	211320	25450	232534	236770	108083	65916
135	SILVER ZHANG	Bohai, Lia Lin	BV I 3/3 E + Bulk / Ore Carrier ESP, +ALT, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1990	195.00	184.30	32.00	15.20		10.00		39700	10253		49952.8	26835	11009
136	PEACH MOUNTAIN	Guangzhou	BV I +HULL, +MACH, +Bulk / Ore Carrier ESP, Ice, +AUT-CCS, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1996	195.00	186.33	32.00	15.20		9.96		40015	10497		50511.7	27235	11338

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	F _n	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
120	ANANGEL ETERNITY	186547	56497	4123	257	262536	14.5	S 85%	14329	16860	MAN B&W 6S70MC	86	91	0.143	0.851	0.874	709	6.178	11.583	2.551	1.361	0.889
121	SA ALTIUS	191400	75885	3761	267	264606	14.5	S 100%	16860	16860	MAN B & W 6S70MC	91	91	0.143	0.851	0.875	606	6.200	11.577	2.540	1.360	0.884
122	CHARLES L. D.	188890		4430		264790	14.3	S 81%	13695	16860	MAN B&W 6S70MC	80	91	0.141	0.852	0.875	718	6.200	11.577	2.531	1.355	0.882
123	ANANGEL INNOVATION	187000	67000	8000	250	267588	15.1	S 90%	16758	18620	MAN B&W 6S70MC-C		91	0.148	0.854	0.877	695	6.20	11.48	2.51	1.36	0.874
124	SALDANHA	187976		4084		272086	14.4	S 90%	14930	16440	SUL 6RTA72	91	94	0.141	0.832	0.857	684	6.152	11.598	2.553	1.354	0.860
125	MINERAL SINES			4383		265651	14.5			16860	MAN B & W 6S70MC		91	0.143	0.851	0.874		6.200	11.529	2.525	1.358	0.883
126	LOWLANDS TRADER					263576	15		14710		MAN B & W 6S70MC	80		0.148	0.848	0.871	770	6.200	11.577	2.524	1.352	0.887
127	GRAN TRADER			4087		263243	15	S 87%	14710	16860	MAN B & W 6S70MC	80	91	0.148	0.848	0.870	775	6.200	11.577	2.500	1.339	0.879
128	BERGE ATLANTIC	163916	89053	4749	333	277136	15.44	S 85%	16720	19670	MAN B&W 7S70MC	86.2	91	0.152	0.844	0.870	750	5.833	11.814	2.805	1.385	0.868
129	FEROSA	178440				272281	15	S 84%	12908	15360	MAB B & W 8L60MC	116	123	0.146	0.827	0.851	895	6.194	11.677	2.553	1.354	0.865
130	TEH MAY	193247	51687	4554	378	268449	15	S 85%	14331	16860	MAN B&W 6S70MC-Mk6	86.2	91	0.147	0.849	0.873	800	6.20	11.39	2.49	1.35	0.885
131	CHIN SHAN	188761	78435	4245	143	266505	14.8	S 85%	12750	15000	MAN B&W 6S70MC		81	0.145	0.849	0.873	858	6.26	11.68	2.53	1.36	0.895
132	CHINA STEEL GROWTH	196000		3755	125	271021	14.8	S 86%	16034	18630	MAN B&W 6S50MC-C	80	91	0.145	0.865	0.888	691	6.256	11.680	2.528	1.354	0.879
133	UNIQUE BRILLIANCE	194291		5015	261	267264	14.85	S 90%	13240	14710	MAN B & W 6S70MC	77	80	0.146	0.861	0.883	839	6.200	11.577	2.521	1.350	0.892
134	SG PROSPERITY	228201	75017	4917	277	329287	14.5	S 90%	17617	19670	MAN B&W 7S70MC	81.5		0.138	0.842	0.868	662	6.000	11.858	2.732	1.383	0.893
135	SILVER ZHANG	45570		942	83	77547.2	14.4		7610		SUL 6RTA52	120		0.174	0.826	0.865	532	5.759	12.125	3.200	1.520	0.795
136	PEACH MOUNTAIN	49064				78747.8	14.2		8090		SUL 6RTA52	126		0.171	0.830	0.869	484	5.823	12.259	3.213	1.526	0.792

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
137	SILVER YING	Shanghai S/Y, Shanghai	BV I +HULL, +MACH, +Bulk / Ore Carrier ESP, Ice, +AUT-CCS, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1996	195.00	185.00	32.00	15.20		10.00		40181	10060		50240.7	27117	11380
138	BATU	Ishikawajima - Harima Heavy Industries Co., Ltd. Chita, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1997	181.50	172.00	30.50	16.40		11.35		42648	7655		50303	24987	13532
139	SVETI NIKOLA I	"Uljanik" - Brodogradilište d.d., Pula, Hrvatska	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1997	183.00	175.00	32.20	16.10		11.52	41300	44314	9286	50586	53600	25600	14558
140	SABRINA VENTURE	Hashihama S.B. Co., Ltd., Tadotsu Kagawa, Japan	BV I 3/3 E + Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT MS, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1997	185.74	177.00	30.40	16.50		11.62		45736	7445		53181	25982	14832
141	MAHA-RASHTRA	Hindustan Shipyard Ltd., Visakhapatnam, India	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1996	193.41	185.91	30.40	16.40		11.82		45744	11015		56759	28029	16133
142	GOA	Hindustan Shipyard Ltd., Visakhapatnam	BV I 3/3 E + Bulk / Ore Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1998	193.43	185.94	30.39	16.39		11.82		46259	10500		56759	28029	16154
143	ANATOLI	STX Shipbuilding Co., Ltd., Jinhae (Kyungnam), Korea	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT-UMS, +MACH, SSH, CSM	Handymax Bulk / Ore Carrier	1998	189.90	181.00	32.00	16.50		11.62		47116	9656		56772	27566	15231
144	CSK UNITY	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Japan	BV I 3/3 E + Bulk / Ore Carrier ESP, + AUT MS, Oil Pol-Eng, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk / Ore Carrier	1995	224.00	215.00	32.20	18.20		13.28		68519	10802		79321.2	36074	22923
145	MARATHA MESSENGER	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	BV I 3/3 E + Bulk / Ore Carrier ESP, + MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk / Ore Carrier	1995	224.94	217.00	32.20	18.80		13.65		71252	11089		82340.6	38269	23719
146	VOGETRADER	Hitachi Zosen Corporation - HZS, Osaka, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk / Ore Carrier	1996	223.70	215.00	32.00	18.60		13.46		72195	7292		79486.9	37663	24167
147	EVER BLOSSOM	Sasebo Heavy Industries Co. Ltd., Sasebo (Nagasaki), Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk / Ore Carrier	1997	225.00	218.00	32.20	18.70		13.52	69999	72517	9033	79032	81549.5	37815	23801
148	RIRUCCIA	Hashihama S.B. Co., Ltd., Tadotsu Kagawa, Japan	BV I 3/3, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk / Ore Carrier	1997	225.00	216.00	32.26	19.10	11.60	13.87		74002	8986		82988.1	38440	24680
149	BELGRANO	Hashihama S.B. Co., Ltd., Tadotsu Kagawa, Japan	BV I 3/3 + Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT MS, Oil Pol-Eng, +Veristar Hull, +MACH, SSH, CSM	Panamax Bulk / Ore Carrier	1998	225.00	216.00	32.26	19.10		13.85		74002	8866		82868.5	38440	24680
150	GENYO	Sasebo Heavy Industries Co., Ltd., Chiba Works - Ichihara	NK NS* Bulk Carrier ESP, MNS*, CHG, MPP, LSA, RCF, MO, IWS	Panamax Bulk / Ore Carrier	2001	229.00	218.00	36.50	18.50		12.82		77561	10274		87835.1	43462	23683
151	SOHO MARU	Sasebo Heavy Industries Co., Ltd., Chiba Works - Ichihara	NK NS* Bulk Carrier ESP, MNS*, CHG, MPP, LSA, MO.B, IWS	Panamax Bulk / Ore Carrier	1995	235.00	226.00	38.00	20.00		13.82		87996	12611		100607	48950	27158
152	MINERAL VENTURE	Kawasaki Heavy Industries Ltd., Kobe Works, Kobe, Japan	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, + AUT MS, Veristar Hull, +MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk / Ore Carrier	1996	273.00	261.12	43.00	23.90		17.40		150393	18403		168796	77255	48171
153	LOIRE ORE	NKK Corporation, Tsu, Japan	BV I 3/3 + Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT MS, +MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk / Ore Carrier	1995	273.00	260.00	43.00	23.90		17.42		151143	18083		169226	77274	49013

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	F _n	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
137	SILVER YING	48968		1287		77980.5	14.3		8090		SUL 6RTA52	126		0.173	0.828	0.867	492	5.781	12.171	3.200	1.520	0.800
138	BATU	53853	25476	1615	210	73696.1	14.5	S 85%	5940	6990	SUL 6RTA48T	100	106	0.182	0.824	0.857	699	5.639	10.488	2.687	1.445	0.848
139	SVETI NIKOLA I	54771	28490	1758	300	75750.7	14.5	S 100%	8580	8580	MAN B&W 6S50MC		127	0.180	0.806	0.835	505	5.435	10.870	2.796	1.398	0.827
140	SABRINA VENTURE	57208	26601	1706	83	76332.5	14	S 85%	6098	7176	MAN B&W 6S50MC	114	120	0.173	0.830	0.860	636	5.822	10.727	2.616	1.420	0.860
141	MAHA- RASHTRA	54670		2246	343	79352.1	14		7298		SUL 5RTA62	106		0.169	0.829	0.856	555	6.115	11.336	2.572	1.387	0.806
142	GOA	54670				79296	14		7298		SUL 6RTA62	106		0.169	0.829	0.856	555	6.118	11.345	2.571	1.387	0.815
143	ANATOLI	58687				81571.4	14.5	S 100%	8580	8580	MAN B&W 6S50MC	127	127	0.177	0.823	0.854	525	5.656	10.970	2.755	1.420	0.830
144	CSK UNITY	81337		2169		109223	14		7634		MAN B&W 5S60MC	82		0.157	0.842	0.867	664	6.677	11.813	2.425	1.370	0.864
145	MARATHA MESSENGER	85011		2075	282	114016	14	S 90%	6752	7502	SUL 6RTA62	77	80	0.156	0.842	0.868	769	6.739	11.543	2.359	1.377	0.865
146	VOGETRADER	85136				110529	14.5	S 70%	8706	12240	MAN B & W 6S60MC	90	105	0.162	0.837	0.864	647	6.719	11.559	2.377	1.382	0.908
147	EVER BLOSSOM	84790				113506	14.5	S 90%	7943	8832	MAN B & W 6S60MC	91	94	0.161	0.838	0.865	722	6.770	11.658	2.382	1.383	0.889
148	RIRUCCIA	88331		2078		114939	14.5	S 85%	7569	8899	MAN B & W 6S60MC	83	88	0.162	0.838	0.864	766	6.696	11.309	2.326	1.377	0.892
149	BELGRANO	88331		2255		114961	14.5	S 85%	7569	8905	MAN B & W 6S60MC	83	89	0.162	0.838	0.864	766	6.696	11.309	2.329	1.379	0.893
150	GENYO	92608	30059	2880	166	128289	14.3		9855		MAN B & W 5S60MC	102		0.159	0.840	0.872	586	5.973	11.784	2.847	1.443	0.883
151	SOHO MARU	104244	31784	2641	111	147592	14	S 75%	8465	11253	MAN B & W 6S60MC	87	102	0.153	0.827	0.859	701	5.947	11.300	2.749	1.447	0.875
152	MINERAL VENTURE	167886	50296	3545	407	232997	14.5	S 85%	10820	12724	MAN B&W 6S70MC	73	77	0.147	0.843	0.868	861	6.073	10.926	2.471	1.374	0.891
153	LOIRE ORE	169769		3772		233200	14.5	S 85%	12578	14793	MAN B&W 6S70MC	83	88	0.148	0.848	0.873	742	6.047	10.879	2.469	1.372	0.893

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
R. Br.	Ime broda	Brodogradilište	Klasa	Tip	Godina gradnje	L _{oa} [m]	L _{pp} [m]	B [m]	H [m]	T _D [m]	T _S [m]	DWT _D [t]	DWT _S [t]	LW [t]	Δ _D [t]	Δ _S [t]	GT	NT
154	LA CORDILLERA	Gdynia Shipyard, Gdynia, Poland	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT-UMS, MON-SHAFT, +MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk / Ore Carrier	1996	281.82	271.13	44.90	25.40		17.83		165055	25056		190111	91657	50693
155	GREAT LADY	Gdynia Shipyard, Gdynia, Poland	BV I +HULL, +MACH, Bulk / Ore Carrier ESP, +AUT, +MACH, SSH, CSM	Capesize Bulk / Ore Carrier	1992	281.84	271.00	44.90	25.40		17.83		165239	24335		189574	91642	50709
156	GRAEAT SUNRISE	Mitsubishi Heavy Industries Ltd. - Nagasaki	NK NS* Ore Carrier ESP, MNS*, CHG. MPP, LSA, RCF, M0	Ore Carrier	1999	280.00	270.00	47.00	23.10		17.03		164264	23832		188096	83028	28679
157	CAPE FLORA	Mitsubishi Heavy Industries Ltd. - Nagasaki	NK NS* Ore Carrier ESP, MNS*, CHG. MPP, LSA, RCF, M0	Ore Carrier	2000	280.00	270.00	47.00	23.10		17.03		164361	21100		185461	83056	28748
158	BERGE NORD	Hyundai Heavy Industries Ltd. - Ulsan, Korea	DNV	Ore Carrier	1997	304.66	294.00	53.00	24.60		18.82		218283	37297		255580	107512	37234
159	ONGA	Namura Shipbuilding Co., Ltd., Imari, Japan	NK NS* Ore Carrier ESP, MNS*, CHG. MPP, LSA, RCF, M0.B, IWS	Ore Carrier	2001	319.54	308.00	54.00	24.30		18.13		229228	33873		263101	113927	43997
160	NSS CONFIDENCE	Mitsui Eng. & SB. Co., Ltd., Chiba Works - Ichihara	NK NS* Ore Carrier ESP, MNS*, CHG. MPP, LSA, RCF, M0.B, IWS	Ore Carrier	1999	327.00	313.00	52.00	24.30		18.13		229545	28190		257735	113606	44352
160	NSS DYNAMIC	Imabari Zosen K.K., Saijo Shipyard - Saijo	NK NS* Ore Carrier ESP, MNS*, CHG. MPP, LSA, RCF, M0.A, IWS	Ore Carrier	2002	316.94	307.00	55.00	24.30		18.13		233584	33607		267191	118305	47935
161	ALFRED N	Fincantieri - Cant. Nav. Italiani S.P.A - Monfalcone.	ABS	Ore Carrier	1991	325.06	312.00	54.20	27.50		20.50		260826	35273		296099	131479	48353
162	PEENE ORE	Daewoo Heavy Industries Ltd.- Okpo, Korea	ABS +A1 (E) Ore Carrier, (ESP), (SH), +AMS, +ACCU	Ore Carrier	1997	332.00	320.00	58.00	30.20		23.00		322398	37538		359936	155051	55792
163	AMY N	Daewoo Heavy Industries Ltd.- Okpo, Korea	DNV	Ore Carrier	1997	332.00	320.00	58.00	30.20		23.02		322457	37479		359936	155051	55792
164	BERGE LAND	Hyundai Heavy Industries Ltd. - Ulsan, Korea	LR +100A1, Ore Carrier, +LMC, UMS	Ore Carrier	1992	338.69	327.50	55.00	30.00		23.00		322941	36027		358968	154030	54070

Tablica 19. Podaci o brodovima za rasuti teret - nastavak

1	2	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
R. Br.	Ime broda	V _{HOLD} [m ³]	V _{BALLAST} [m ³]	V _{HFO} [m ³]	V _{DO} [m ³]	V _{HULL} [m ³]	v [kn]	serv / trial	P _B [kW]	P _{MAX} [kW]	Tip glavnog pogonskog stroja	N [min ⁻¹]	N _{MAX} [min ⁻¹]	F _n	C _B	C _{BD}	C _{ADM}	L _{pp} / B	L _{pp} / H	B / T _s	H / T _s	η _{DWT}
154	LA CORDILLERA	183512				273322	13.5		13330		SUL 6RTA76	87		0.135	0.855	0.884	610	6.039	10.674	2.519	1.425	0.868
155	GREAT LADY	183614	59139	4556	286	272601	14.1	S 90%	12000	13330	SUL 6RTA76	85	87	0.141	0.853	0.882	771	6.036	10.669	2.519	1.425	0.872
156	GRAEAT SUNRISE	98807	124665	4437		255905	14.5	S 85%	12817	15079	MIT 6UEC75LSII	79	83	0.145	0.849	0.873	781	5.745	11.688	2.761	1.357	0.873
157	CAPE FLORA	98609	124665	4582	311	252582	14.3	S 85%	12817	15079	MIT 6UEC75LSII	79	83	0.143	0.837	0.862	742	5.745	11.688	2.761	1.357	0.886
158	BERGE NORD	120951		4192	319	333239	15		19649		MAN B & W 7S70MC	91		0.144	0.850	0.869	692	5.547	11.951	2.816	1.307	0.854
159	ONGA	146958	157020	6126		353025	15.1	S 85%	19073	22435	MIT 6UEC85LSII	72	73	0.141	0.851	0.873	741	5.704	12.675	2.979	1.341	0.871
160	NSS CONFIDENCE	145792	154325	5676	198	345679	15.1	S 85%	18570	21840	MAN B & W 6S80MC	75	79	0.140	0.852	0.874	751	6.019	12.881	2.868	1.340	0.891
160	NSS DYNAMIC	157390	155869			358547	15		17124		MAN B & W 6S80MC	76		0.141	0.852	0.874	818	5.582	12.634	3.034	1.341	0.874
161	ALFRED N	157669	195630			398230	15		14632		SUL 6RTA84M	59		0.139	0.833	0.856	1025	5.756	11.345	2.644	1.341	0.881
162	PEENE ORE	179139	232501	7958	381	472910	14.7	S 85%	61662	25480	MAN B & W 7S80MC	75	79	0.135	0.823	0.844	261	5.517	10.596	2.522	1.313	0.896
163	AMY N	179139	232501	7309	366	472473	14.7	S 85%	21662	25480	MAN B & W 7S80MC	75		0.135	0.822	0.843	742	5.517	10.596	2.520	1.312	0.896
164	BERGE LAND	174324		6122	589	467212	14.5	S 92%	21670	23461	MAN B & W 7S80MC	74	77	0.132	0.845	0.865	711	5.955	10.917	2.391	1.304	0.900

